MENTE y CEREBRO
Cuadernos
N.º 11 - 2015
6,90 €
investigacionyciencia.es

Lenguaje y comunicación

Neuropsicobiología de la expresión oral y gestual

COGNICIÓN
La influencia del lenguaje en el pensamiento

NEUROLOGÍA
Modelos neurales del habla y el entendimiento

PSICOLOGÍA
Claves de la gestualidad social

TRASTORNOS
Niños con mutismo selectivo

Cuadernos MENTE y CEREBRO
2.º CUATRIMESTRE 2015

MONOGRAFÍAS CON NUESTROS MEJORES ARTÍCULOS SOBRE TEMAS CLAVE

CUADERNOS 10: ADICCIONES
Alteraciones en el sistema de recompensa • Raíces evolutivas del alcoholismo • Enganchados a la inanición • Huellas cerebrales de la nicotina • Tratamientos

CUADERNOS 9: LA MEMORIA
Circuitos neuronales de los recuerdos • Estudios con ratones transgénicos • El síndorme de Korsakoff y la hipertimesia • Técnicas para mejorar el aprendizaje

CUADERNOS 8: NEUROGLÍA
Astrocitos: coordinadores de la actividad neuronal • Microglía: los macrófagos del cerebro • Clave para tratar las lesiones del sistema nervioso central • Excitotoxicidad y esclerosis múltiple

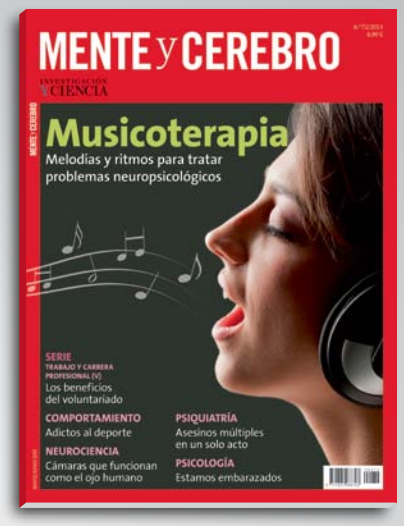
CUADERNOS 7: EL SUEÑO
El motivo de las ensoñaciones • Fases y ondas cerebrales del descanso • Insomnio: hiperactivación nocturna • ¿Por qué se contagian los bostezos?

CUADERNOS 6: EL MUNDO DE LOS SENTIDOS
El origen de los olores • Efectos del ruido en la cognición • Ver en tres dimensiones • Procesos mentales de la sinestesia

CUADERNOS 5: PERSONALIDAD, DESARROLLO Y CONDUCTA SOCIAL
Sentimiento social desde la cuna • Éxito: ¿cuestión de suerte, ambiente o carácter? • Las ventajas del mimetismo inconsciente • La constante evolución del yo

www.investigacionyciencia.es/revistas/cuadernos

SIGUE EL DESARROLLO DE LA PSICOLOGÍA Y LAS NEUROCIENCIAS



MENTE Y CEREBRO n.º 72
Musicoterapia • Los beneficios del voluntariado • Adictos al deporte • Cámaras que funcionan como el ojo humano • Asesinos múltiples en un solo acto • Estamos embarazados

MENTE Y CEREBRO n.º 71
El cerebro bilingüe • Cómo actuar ante la esquizofrenia • Vencer la fobia social infantil • El atractivo de las subastas en línea • Estrategias para negociar el sueldo

MENTE Y CEREBRO n.º 70
Pensamiento creativo • Cómo mejorar la lectura en los niños • Efectos de los videojuegos en línea • Comorbilidad entre diabetes y depresión • Perfil laboral y personal en las redes sociales

MENTE Y CEREBRO n.º 69
Cartografía cerebral • Teoría del cerebro bayesiano • Beneficios del baile para la psique • Demencia por cuerpos de Levy • Obsesión por el perfeccionismo

MENTE Y CEREBRO n.º 68
La hipnosis clínica • Secuelas del abuso infantil • Los test psicológicos • Mentes en interacción • Escritura especular • Emprendedor o asalariado: cuestión de personalidad

MENTE Y CEREBRO n.º 67
Hombre y mujer: Qué nos une y qué nos distingue • Prótesis del siglo XXI • Células madre neurales • Autocontrol cerebral • Violaciones en grupo

www.investigacionyciencia.es/revistas/mente-y-cerebro

Para más información y efectuar tu pedido: Tlf. 934 143 344 | administracion@investigacionyciencia.es

MENTE y CEREBRO
Cuadernos

2º cuatrimestre de 2015 – N.º 11

COLABORADORES
Asesoramiento y traducción:

Núria Comas: *Así hablo, así pienso, Adiós al principio modular del lenguaje, El modelo de doble ruta*; Noelia de la Torre: *El lenguaje y la razón*; Juan Ayuso: *Pensar y hablar, Procesamiento cerebral del lenguaje*; Marián Beltrán: *Descubrimiento del área de Broca, La importancia de la gestualidad social*; Federico Fernández Gil: *Gestos para recordar palabras*; Ignacio Navascués: *Hablar sin palabras, Neurología de la tartamudez*; Luis Bou: *Afasia de Wernicke, Base neurológica de la dislexia*; Francesc Asensi: *Mutismo selectivo*

Portada: Thinkstock / Anna Bryukhanova

Mente y cerebro

DIRECTORA GENERAL Pilar Bronchal Garfella
DIRECTORA EDITORIAL Laia Torres Casas
EDICIONES Yvonne Buchholz, Anna Ferran Cabeza, Ernesto Lozano Tellechea, Carlo Ferri
PRODUCCIÓN M.ª Cruz Iglesias Capón, Albert Marín Garau
SECRETARÍA Purificación Mayoral Martínez
ADMINISTRACIÓN Victoria Andrés Laiglesia
SUSCRIPCIONES Concepción Orenes Delgado, Olga Blanco Romero

Edita

Prensa Científica, S. A. Muntaner, 339 pral. 1.ª
08021 Barcelona (España)
Teléfono 934 143 344 Telefax 934 145 413
www.investigacionyciencia.es

Gehirn und Geist

CHEFREDAKTEUR: Carsten Könneker (verantwortlich)
ARTDIRECTOR: Karsten Kramarczik
REDACTIONSLEITERIN: Christiane Gelitz
REDAKTION: Steve Ayan (Textchef), Katja Gaschler (Koordination Sonderhefte), Anna von Hopffgarten, Andreas Jahn (Online-Koordinator), Frank Schubert,
FREIE MITARBEIT: Joachim Retzbach, Daniela Zeibig
SCHLUSSREDAKTION: Christina Meyberg, Sigrid Spies, Katharina Werle
BILDREDAKTION: Alice Krüßmann, Anke Lingg, Gabriela Rabe
REDAKTIONSASSISTENZ: Inga Merk
VERLAGSLEITER: Richard Zinken
GESCHÄFTSLEITUNG: Markus Bossle, Thomas Bleck

Distribución

para España:
LOGISTA, S. A.
Pol. Ind. Pinares Llanos - Electricistas, 3
28670 Villaviciosa de Odón (Madrid) - Teléfono 916 657 158

para los restantes países:
Prensa Científica, S. A.
Muntaner, 339 pral. 1.ª - 08021 Barcelona - Tel. 934 143 344

Publicidad

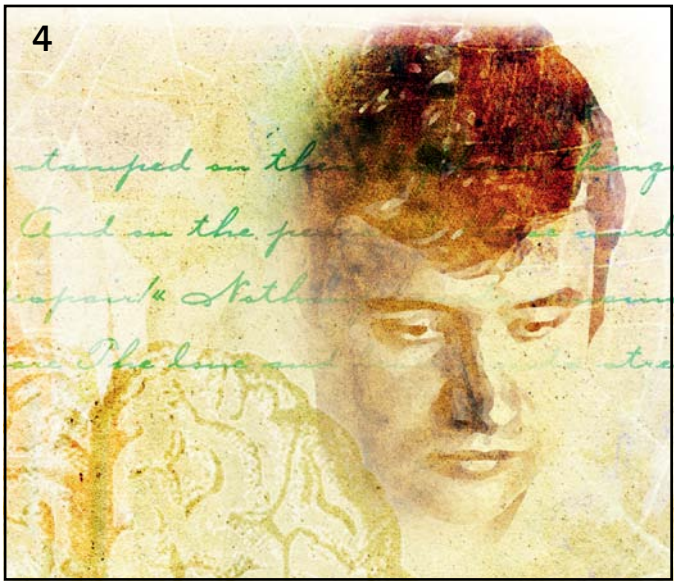
NEW PLANNING
Javier Díaz Seco
Tel. 607 941 341
jdiazseco@newplanning.es

Tel. 934 143 344
publicidad@investigacionyciencia.es

Copyright © 2015 Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, D-69126 Heidelberg
Copyright © 2015 Prensa Científica S.A. Muntaner, 339 pral. 1.ª 08021 Barcelona (España)
Reservados todos los derechos. Prohibida la reproducción en todo o en parte por ningún medio mecánico, fotográfico o electrónico, así como cualquier clase de copia, reproducción, registro o transmisión para uso público o privado, sin la previa autorización escrita del editor de la revista.

ISSN edición impresa: 2253-959X ISSN edición digital: 2385-569X
Dep. legal: B. 3021 – 2012
Imprime Rotocayfo (Impresia Ibérica) Ctra. N-II, km 600 - 08620 Sant Vicenç dels Horts (Barcelona)
Printed in Spain - Impreso en España

SUMARIO



LENGUAJE Y COGNICIÓN

4 Así hablo, así pienso
De un modo sutil, la gramática y el vocabulario influyen en nuestro pensamiento. *Por Klaus Wilhelm*

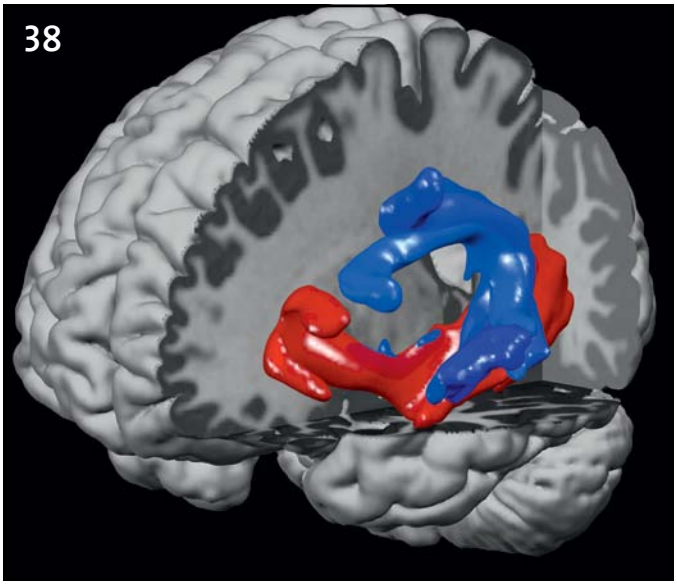
10 El lenguaje y la razón
¿Qué relación guardan entre sí lenguaje y pensamiento? ¿Razonamos siempre mediante un monólogo interno o podemos hacerlo sin recurrir a las palabras? *Por Gottfried Vosgerau*

16 Pensar y hablar
¿Hemos de «pensar primero y luego hablar»? Así reza un viejo consejo. Pero solo en el proceso de la comunicación surge nuestra concepción del mundo y se configura la estructura de los procesos mentales. *Por Ludwig Jäger*

NEUROANATOMÍA

24 Procesamiento cerebral del lenguaje
¿Dónde procesa nuestro cerebro los elementos del lenguaje hablado? Al parecer, acontece una activación secuencial de distintas regiones, con una pauta temporal muy precisa. *Por Angela D. Friederici*

28 Adiós al principio modular del lenguaje
Los neurólogos tenían por seguro que el cerebro procesaba la gramática y la semántica de modo distinto. Hoy, el modelo se tambalea. *Por Ina Bornkessel-Schlesewsky y Matthias Schlesewsky*



33 Descubrimiento del área de Broca
El hallazgo de la región cerebral del lenguaje suscitó una violenta polémica: ¿cómo concebir que una persona pueda perder el uso de la palabra, sin merma de su inteligencia?
Por Serge Nicolas

38 El modelo de doble ruta
Según los manuales, las áreas de Broca y Wernicke se comunican a través de una única vía neuronal. Sin embargo, ya en el siglo XIX se postulaba una segunda vía.
Por Cornelius Weiller

42 Disputa por la recompensa del lenguaje
Por Jean-Claude Dupont

LENGUAJE GESTUAL

46 Gestos para recordar palabras
Lo tenemos en la punta de la lengua; sin embargo, no nos sale. Estos bloqueos del habla se acompañan a menudo de una gesticulación espontánea. Según los investigadores, existe una buena razón: la comunicación mediante las manos favorece la memoria verbal. *Por Gabriele Paschek*

52 Hablar sin palabras
Considerada antaño una suerte de pantomima, la lengua de signos cuenta con una gramática compleja. El cerebro procesa su expresión en las mismas regiones que dedica al lenguaje hablado. *Por Jens Lubbadeh*

58 Gestos para aprender
La comunicación mímica con las manos puede facilitar la asimilación de información novedosa.
Por Susan Goldin-Meadow

66 La importancia de la gestualidad social
La influencia de la imitación, el grupo y el carisma en nuestros contactos sociales cara a cara.
Por Alex (Sandy) Pentland

TRASTORNOS

75 Afasia de Wernicke
Las afasias se caracterizan porque el habla se torna incoherente y absurda. El paciente, en ciertos casos, no comprende lo que le dicen; en otros, crea palabras sin sentido. Toda una mecánica cerebral se encuentra dañada.
Por Patrick Verstichel

80 Mutismo selectivo
Los niños que presentan mutismo selectivo hablan, pero solo con personas de su confianza. La psicoterapia les ayuda a superar su problema de inhibición oral.
Por Verena Ahne

86 Neurología de la tartamudez
Alrededor de uno de cada cien adultos no logra hablar con fluidez. Las áreas cerebrales que intervienen en el lenguaje oral se activan en las personas tartamudas según una secuencia, al parecer, equivocada. *Por Martin Sommer*

92 Base neurológica de la dislexia
En el cerebro del disléxico se observan masas neuronales que señalan un desarrollo anómalo. Por culpa de esa anomalía, tal vez de origen genético, las zonas cerebrales de la lectura sufren una organización defectuosa.
Por Franck Ramus

Así hablo, así pienso

De un modo sutil, la gramática y el vocabulario influyen en nuestro pensamiento

KLAUS WILHELM

Lera Boroditsky acerca su mano a una taza de café situada encima de la mesa, frente a ella. «Si ahora tocase la taza, y esta cayera al suelo, un inglés diría: "Ella ha tirado la taza". ¡Aunque hubiera ocurrido sin querer!» La joven investigadora de la Universidad Stanford añade que en el idioma japonés, en cambio, la intención de la acción se tiene en cuenta: la forma verbal para describir que una persona derriba una taza a propósito difiere de la que se utiliza en caso de que el accidente se deba a un error fortuito. «La taza se ha caído por ella misma», sería el enunciado en sentido literal.

Para los lingüistas este fenómeno supone una de las múltiples particularidades que albergan algunos de los 7000 idiomas que se hablan en el mundo. Boroditsky, como investigadora cognitiva que es, se interesa más por la implicación que desempeñan esas diferencias para la mente. «Las características lingüísticas influyen en cómo las personas recuerdan los acontecimientos pasados», afirma.

Los testigos oculares de un suceso son ejemplo de ello. Boroditsky publicó, junto a su colaboradora Caitlin Fausey, dos estudios entre 2010 y 2011 en los que probandos estadounidenses, españoles y japoneses fueron observados mientras veían distintas películas. Dos participantes actores acudieron al lugar donde se efectuaba la proyección de los largometrajes equipados con globos, que reventaron en la sala; también tiraron huevos y derramaron refrescos. Unas veces acometieron sus acciones visiblemente a propósito; otras, al parecer, sin querer. Justo después, los participantes del experimento debían explicar lo sucedido, como si de los testimonios de un juicio se tratara.

La lengua materna repercutió en el recuerdo de los probandos. Al preguntarles sobre quién había traído los globos, los testigos, indistintamente de su nacionalidad, recordaban a la perfección quién de los dos actores había sido, cuando actuaban a propósito. Por el contrario, si se trataba de un hecho aparentemente no intencionado, los probandos españoles y japoneses no recordaban con la misma precisión que mostraban los estadounidenses al causante de los hechos. Sin embargo, su retentiva funcionaba tan bien como la de los participantes de habla inglesa, tal y como demostraron las pruebas de control.

El idioma, por lo tanto, influye en cómo percibimos y recordamos lo sucedido; o expresado de manera más incisiva: los estadounidenses atribuyen una intención a alguien con mayor facilidad que los españoles o los japoneses. El hablante nativo inglés tiende, al igual que el alemán, a describir los sucesos incluyendo a un personaje responsable de los acontecimientos. Los japoneses y españoles, en cambio, se fijan en otros aspectos.

De todos modos, tras las lagunas en la memoria de las personas de habla hispana y japonesa podrían hallarse diferencias culturales. ¿Quizá sus padres les enseñaron a ser cautelosos a la hora de imputar la culpa a alguien? Las mismas investigadoras demostraron en 2010 que la influencia de la lengua sobre la mente se produce incluso dentro de una misma cultura.

Probandos estadounidenses leyeron un texto que describía la provocativa actuación que las estrellas de música pop Janet Jackson y Justin Timberlake llevaron a cabo durante el intermedio de la Superbowl (el último partido del campeonato de fútbol americano). Al principio del dueto, Timberlake puso la mano en el top de Jackson, del que arrancó un trozo; ello provocó que un pecho de la cantante quedara al descubierto. ¿Era Timberlake responsable del percance? Los sujetos recibieron para leer una de dos versiones sobre el incidente;

EN SÍNTESIS

Cuestión de matices

1 Las percepciones, los pensamientos y los juicios se hallan sujetos a sutiles prejuicios condicionados por la lengua materna.

2 Las personas reaccionan con mayor rapidez ante estímulos sensoriales para los que su idioma nativo dispone de conceptos concretos; también relacionan atributos con objetos según su género gramatical.

3 La creencia de que el ser humano solo comprende aquello que asocia con un término es falsa: podemos aprender los matices de significado de otras lenguas.

PENSAMIENTO MULTICULTURAL
Las singularidades de un idioma influyen en nuestra imaginación. Mientras que para los europeos el tiempo corre de izquierda a derecha, para los asiáticos transcurre de arriba abajo. Los aborígenes australianos perciben el tiempo basándose en los puntos cardinales.

NEUFFER-DESIGN

estas se diferenciaban entre sí por pequeños detalles. Mientras que en uno de los textos se leía: «Él desabrochó un botón, y se rompió el corpiño»; la otra argumentaba: «Un botón se desabrochó, y se rompió el corpiño». Aquellos individuos que recibieron de lectura la primera de las versiones condenaron a Timberlake a una multa (ficticia) mayor que los lectores de la segunda. Lo mismo sucedía tras enseñar el vídeo de la actuación a ambos grupos.

El renacimiento de Sapir y Whorf

«Solo la elección de las palabras», apunta Boroditsky, «ya varía el modo en que reflexionamos sobre un suceso». De ahí que la psicóloga se pregunte si la sutil diferencia entre las lenguas (si describen o no los sucesos con un protagonista) influye en el proceso cognitivo del hablante. ¿Interpreta un juez español la frase «la escopeta se disparó» de modo distinto que un juez inglés? ¿Acaso viven las personas de distinta lengua materna en mundos diferentes?

Los científicos Edward Sapir (1884-1939) y Benjamin Whorf (1897-1941) se manifestaban convencidos de ello. Durante los años treinta del siglo XX lanzaron una hipótesis con su nombre: la hipótesis Sapir-Whorf. La suposición estribaba en que, ya que la lengua caracteriza nuestra forma de pensar, los hablantes de distinta lengua deben percibir el mundo de maneras diferentes. En el período posterior hubo investigadores que recogieron datos que parecían respaldar esa idea. Los zuni, por ejemplo, una tribu india de Norteamérica, utilizan la misma palabra para designar el color amarillo y el naranja. Según un estudio, en comparación con los sujetos estadounidenses blancos, los zuni no recuerdan con tanta precisión si un objeto que han visto previamente es amarillo o naranja.

A principios de los años setenta, el fundamento empírico de la teoría empezó a desmoronarse. Los experimentos que desarrolló la psicóloga Eleanor Rosch, de la Universidad de California en Berkeley, mostraron que, aunque los dani de Nueva Guinea solo conocen dos palabras para designar colores (claro y oscuro), pueden diferenciar los matices de los colores del mismo modo que los perciben los hablantes de lengua inglesa. Al mismo tiempo, la idea del lingüista Noam Chomsky, basada en que todas las personas se hallan unidas por una misma estructura mental universal, con independencia de su lengua materna, iba cogiendo fuerza. Todas las lenguas del mundo expresan los mismos pensamientos; se diferencian solo en el modo de hacerlo. Hasta finales del siglo XX, los científicos apenas dedicaron esfuerzos para comprobar la hipótesis Sapir-Whorf.

Boroditsky y otros neowhorfianos no creían que la lengua y el pensamiento fueran tan independientes la una del otro. En sus experimentos recogieron, indicio a indicio, las diferencias cognitivas sutiles entre personas de lenguas maternas dispares. La crítica los seguía de cerca. En opinión de la lingüista Lisa Gleitman, de la Universidad de Pensilvania en Filadelfia, Boroditsky infravalora la complejidad de la mente humana. «El lenguaje es solo una pequeña parte en comparación con la gran riqueza de nuestro pensamiento.»

Sobre este tema se discute y discutirá en profusión, puesto que afecta a la naturaleza de nuestra mente. ¿Cómo adquirimos el conocimiento? ¿Qué hace a *Homo sapiens* tan inteligente? Los investigadores deben traducir preguntas sobre la humanidad de tal envergadura en condiciones experimentales manejables, ya que a menudo el efecto de las estructuras idiomáticas sobre la mente se basa solo en matices. Por tradición, la percepción de los colores desempeña una función muy importante en este ámbito. En principio, todas las personas que no sufren ningún defecto óptico relacionado con los colores deberían percibir lo mismo. Al parecer, sin embargo, existen diferencias.

En 2008, Boroditsky y Jonathan Winawer, de la Universidad Stanford, junto con otros colaboradores, analizaron a 24 sujetos ingleses y otros

Prejuicio elocuente

La lengua materna influye en nuestro pensamiento. Mas ¿qué pasa con las personas que crecen en un entorno bilingüe? Por lo visto, tienen una visión del mundo distinta según el idioma en el que hablan.

Shai Danziger, de la Universidad Ben Gurión en Beer Sheva, junto con otros colaboradores, investigó en 2010 si sujetos israelíes de raíces árabes albergaban prejuicios implícitos frente a nombres judíos (como Avi) o árabes (Samir, por ejemplo). El resultado variaba según el idioma con el que se llevaba a cabo la prueba: en hebreo surgían menos opiniones negativas frente a los nombres judíos; en árabe, en cambio, los nombres árabes obtenían de media una mejor aceptación.

(«Language changes implicit associations between ethnic groups and evaluation in bilinguals». S. Danziger y R. Ward en *Psychological Science*, vol. 21, págs. 6799-6800, 2010)

26 rusos nativos de los alrededores de Boston. Mostraron a los probandos tres cuadrados azules dispuestos de forma triangular. Su tarea consistía en señalar, tan rápido como les fuera posible, cuál de los cuadrados inferiores tenía el mismo tono que el cuadrado situado en la parte superior. En ruso, azul claro (*golubói)* y azul oscuro (*sinii)* se consideran colores distintos. Los investigadores trabajaron con matices de color que los participantes rusos habían calificado momentos antes como *golubói* o *sinii,* unívocamente.

Si los nativos rusos veían una pizarra en la que los dos cuadrados del mismo color se hallaban pintados de azul claro y el tercer cuadrado, por el contrario, de una tonalidad azul perteneciente a la gama del oscuro, estos reconocían el cuadrado de abajo con mayor rapidez que cuando todos los tonos pertenecían a la gama de azul claro. Para los sujetos de habla inglesa, en cambio, no suponía una diferencia alguna la gama dentro del espectro de azules con la que estuviese pintado el cuadrado.

En una variante de la prueba, los sujetos debían clasificar los cuadros azules a la vez que realizaban un ejercicio de visión espacial (consistía en detectar un patrón de cuadrados blancos y negros). De nuevo, los probandos rusos sacaban mejores resultados si los dos matices de azul se correspondían con términos distintos en su idioma nativo.

En una segunda variante, se distrajo a los sujetos con una actividad oral: debían pensar en un número de ocho cifras que repetirían una y otra vez solo para sí. En este caso, los hablantes rusos se mostraron igual de rápidos en distinguir las tonalidades de azul. Por lo visto, el lenguaje desempeña una función activa en la percepción de los colores.

¿Con qué intensidad arraigan en el cerebro tales categorías lingüísticas? ¿Se trata de una reacción automática o de una reflexión consciente en todo detalle del tipo «esto es azul claro, esto es azul oscuro»? En 2009, el psicólogo Guillaume Thierry, de la Universidad galesa de Bangor, intentó aportar luz a la cuestión. Junto con lingüistas y neurocientíficos investigó la actividad cerebral de nativos griegos e ingleses mediante electroencefalografías (EEG).

En griego, las tonalidades de azul *galazio* (claro) y *ble* (oscuro) también se consideran colores distintos. Los sujetos vieron en una pantalla una serie de círculos coloreados, la mayoría de los cuales eran de un color, ya fuese azul claro o azul oscuro. De vez en cuando, en intervalos aleatorios, aparecían círculos del otro azul. A continuación, los investigadores repitieron la misma operación con círculos de color verde claro y verde oscuro; en este caso, en griego solo existe un término para el verde.

¿MÁS AZUL QUE EL AZUL? Los nativos rusos utilizan distintos términos léxicos para denominar el azul oscuro y el azul claro: *sinii* y *golubói*, respectivamente. Ello les facilita distinguir con rapidez qué cuadrado inferior se corresponde con el superior.

Alarma lingüística de errores

Thierry y sus colaboradores observaron que siempre que cambiaban, de modo inesperado, los colores del estímulo de claro a oscuro, o viceversa, surgía en las EEG de los sujetos un dato característico: el potencial de disparidad (*mismatch negativity*). Se trata de un tipo de detector de errores neuronales que advierte que ha aparecido un objeto inesperado.

En los sujetos griegos, dicha reacción aparecía más marcada cuando los colores cambiaban entre las dos gamas de azul que cuando cambiaban de verde claro a oscuro, o al revés. Para los probandos británicos no existía diferencia ninguna: su cerebro reaccionaba a los cambios siempre con la misma intensidad.

El potencial de disparidad es una reacción automática que sucede unos 200 milisegundos antes de formular una idea. Por esa razón, Thierry concluyó que los nativos rusos e ingleses diferencian su percepción de los colores de manera inconsciente ya en un primer nivel, antes de centrar su atención de manera consciente en el matiz del color.

Es probable que esta sutil diferencia no se limite solo a los colores; de hecho, las lenguas se distinguen entre ellas de innumerables maneras.

Dr. Jekyll y Mr. Huang

Según Sylvia Chen y Michael Bond, de la Universidad Politécnica de Hong Kong, una persona dispone de cualidades personales diferentes tras aprender una lengua extranjera. Una encuesta reveló que los individuos nativos chinos poseían más capacidad de liderazgo y se mostraban más extrovertidos y abiertos cuando hablaban en inglés que si lo hacían en cantonés. Los investigadores lo atribuyeron a las normas culturales que se adquieren al aprender una lengua extranjera, y que se ponen en práctica al utilizar ese idioma.

(«Two languages, two personalities? Examining language effects on the expression of personality in a bilingual context». S. X. Chen y M. H. Bond en *Personality and Social Psychology Bulletin*, vol. 36, págs. 1514-1528, 2010)

NEUFFER-DESIGN

EL GÉNERO IMPORTA

Según sea el género gramatical de la palabra para denominar un puente —masculino en el caso del español, femenino en alemán (*die Brücke*)—, los hablantes de las respectivas lenguas asocian el objeto con atributos de fortaleza o bien de gracilidad.

Así, algo parecido sucede con los términos de dirección y relaciones espaciales. Los thaayorre, un pueblo aborigen del norte de Australia, carece de términos para referirse a la derecha o a la izquierda; tampoco pueden indicar delante o detrás. La relación espacial no la definen desde el punto de vista del observador, sino teniendo en cuenta el firmamento: cuán este, oeste, norte o sur se encuentra un objeto, indistintamente de qué se trate. Una hormiga camina por el oeste de la mano más al norte de una persona; o una taza se encuentra depositada al sur de un plato. Aquellos que se expresan de este modo deben encontrarse orientados en todo momento; de no ser así, incluso las conversaciones más sencillas fracasan.

Los thaayorre indican con mayor exactitud su situación en comparación con los miembros de otras tribus aborígenes de su entorno, cuya lengua no dispone de términos para referirse a las direcciones absolutas. Según Boroditsky, aquello que faculta a los thaayorre para disponer de tan sorprendente capacidad cognitiva, es la lengua.

Las relaciones espaciales son básicas para nuestro pensamiento. A partir de ellas creamos otros conceptos más complejos: los tonos son agudos o graves, las orientaciones políticas de derechas o de izquierdas, las personas pueden sentirse bajas de moral o vivir momentos álgidos. Lo mismo ocurre con nuestras experiencias vividas. Imagínese el lector una línea del tiempo de su vida, con el nacimiento a un extremo, y el presente al otro. ¿Quizá la línea que usted acaba de trazar en su mente es horizontal, va de izquierda a derecha? La mayoría de los nativos alemanes o ingleses siguen dicho principio: a lo lejos, a la izquierda, aparece aquella temible prueba de matemáticas de la que debía examinarse en la selectividad; un poco más a la derecha emerge ese fantástico viaje a Asia; y todavía más a la derecha se ubican las primeras vacaciones con la familia.

La lingüista Alice Gaby, de la Universidad de California en Berkeley, ha investigado con Lera Boroditsky a 14 nativos de la tribu de los thaayorre: siete hombres y otras tantas mujeres, de entre 40 y 70 años. Primero mostraron a los probandos tarjetas, cada una de las cuales representaba una fase de un episodio temporal (por ejemplo, las etapas de la vida de un hombre desde su infancia hasta la senectud, o la secuencia de un plátano cada vez más mordisqueado). Los aborígenes debían colocar las tarjetas en el orden temporal adecuado.

En la segunda parte del estudio, las investigadoras colocaron una piedra en el suelo que representaba el «hoy». Pidieron a los sujetos que

marcaran con otras dos piedras el «ayer» y el «mañana». Durante cada ejercicio, los probandos cambiaban de posición, de modo que cada vez su cabeza estuviera orientada en una dirección. Resultado: casi todos los thaayorre representaron el paso del tiempo de este a oeste, de modo que la «línea del tiempo» cambiaba de dirección de forma constante, dependiendo de la posición de los sujetos en cada momento. Si se hallaban mirando hacia el norte, el tiempo transcurría de derecha a izquierda; si, por el contrario, miraban hacia el este, el tiempo transcurría hacia ellos. En cambio, para los 14 participantes estadounidenses de un grupo de control, el tiempo avanzaba de izquierda a derecha.

Las comparaciones con otras culturas revelan que los hablantes de chino mandarín imaginan el transcurso del tiempo de modo vertical. Los acontecimientos del pasado los clasifican en lo más alto, mientras que los futuros los sitúan en la zona más inferior. Al parecer, tal tipo de conceptos abstractos dependen de la dirección en la que se lee y escribe una lengua.

Escritura y percepción del tiempo

En un experimento análogo, los investigadores obstaculizaron la manera natural de razonar de los hablantes del idioma mandarín al hacerles colocar objetos en una secuencia horizontal. En esa situación, ante la pregunta: «El mes de noviembre ¿se encuentra delante o detrás del octubre?», la respuesta de los probandos ya no era ni rápida ni segura. Lo mismo ocurrió con los participantes de lengua inglesa materna al tener que ordenar los conceptos temporales de arriba abajo. La dirección de nuestra escritura y la representación temporal parecen estar estrechamente relacionadas. Si se impide a los sujetos representar la dirección espacial, se desordena su percepción temporal.

Para corroborar las tesis sobre el pensamiento influido por el lenguaje, Boroditsky enseñó a algunos individuos en el laboratorio a hablar de formas distintas sobre el tiempo. Ingleses nativos debían describir una secuencia de hechos con una metáfora vertical. «Acto seguido, su percepción temporal se asemejaba mucho más a la de un hablante de chino mandarín», comenta Boroditsky. «De hecho, cuando aprendemos un nuevo idioma, también hacemos nuestro un nuevo modo de pensar.»

Existen numerosos idiomas que clasifican objetos inanimados según un género, aunque pueda parecer absurdo: ¿por qué tiene que ser una pelota femenina y un paraguas masculino? Los puentes en español son masculinos mientras que en alemán son femeninos. En 2007, Boroditsky demostró que los alemanes, de manera automática, describen un puente con atributos femeninos: elegante, esbelto, grácil, bello o apacible. Los españoles, por el contrario, lo asocian con cualidades como fuerte, peligroso, grande o sólido. Al solicitar a sujetos franceses que se imaginaran que uno de los tenedores dispuestos frente a ellos hablara, los probandos asignaban al objeto una voz aguda (en francés, este utensilio para comer recibe el «coqueto» nombre de *la fourchette*); un español, en cambio, atribuiría al tenedor una voz más grave y masculina.

El artículo gramatical activa conceptos muy arraigados de feminidad o masculinidad cuando se piensa en un objeto. «Cuando un estadounidense que estudia un idioma nuevo aprende el género de un objeto, ello influye en la representación mental que tiene de ese objeto del mismo modo que le sucede al nativo», afirma Boroditsky.

No es necesario trasladarse al laboratorio para observar semejantes efectos. En cada museo se hallan ejemplos de personificaciones, es decir, de representaciones en forma humana de conceptos abstractos: la muerte, el pecado, la victoria o el tiempo, entre otros. ¿Cómo decide un artista si la muerte debe ser masculina o femenina? El 85 por ciento de las personificaciones son del mismo género que el término utilizado en la lengua materna de su autor. Los pintores alemanes acostumbran a representar la muerte personificada en un hombre y, por el contrario, en los lienzos de pintores rusos suele aparecer como una mujer.

Los fenómenos descritos señalan que las lenguas han encontrado caminos disímiles para describir el mundo y distribuirlo en categorías; tales diferencias se reflejan en el proceso cognitivo de sus hablantes. Ello no significa, empero, que las personas deban mantenerse ajenas a espacios lingüísticos básicos diferentes. El cerebro es lo bastante flexible como para aprender otros significados y términos. Es la manera de conocer nuevas formas de ver las cosas.

Klaus Wilhelm *es biólogo y periodista científico.*

Artículo publicado en *Mente y cerebro* n.º 52

Para saber más

Russian blues reveal effects of language on color discrimination. J. Winawer et al. en *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, vol. 104, págs. 7780-7785, 2007.

Remembrances of times east. Absolute spatial representations of time in an Australian aboriginal community. L. Boroditsky y A. Gaby en *Psychological Science*, vol. 21, págs. 1635-1639, 2010.

Constructing agency: The role of language. C. M. Fausey et al. en *Frontiers in Cultural Psychology*, n.º 10.3389/fpsyg.2010.00162, 2010.

Subtle linguistic cues influence perceived blame and financial liability. C. M. Fausey y L. Boroditsky en *Psychonomic Bulletin & Review*, vol. 17, págs. 644-650, 2010.

El prisma del lenguaje: Cómo las palabras colorean el mundo. G. Deutscher. Ariel, Barcelona, 2011.

En nuestro archivo

Lenguaje y pensamiento. L. Boroditsky en *Investigación y Ciencia*, abril de 2011.

El lenguaje y la razón

¿Qué relación guardan entre sí lenguaje y pensamiento? ¿Razonamos siempre mediante un monólogo interno o podemos hacerlo sin recurrir a las palabras?

GOTTFRIED VOSGERAU

EN SÍNTESIS

Influencia mutua

1 La reflexión consciente se asocia con frecuencia a un habla interior. En ocasiones, sin embargo, nos debatimos para encontrar palabras con las que expresar una idea que ya tenemos en mente. Ello apunta a una capacidad prelingüística de razonamiento.

2 Con todo, la facultad de pensar no puede entenderse sin conceptos, si bien estos podrían ser no verbales. Algunos experimentos han demostrado que también los animales disponen de conceptos sencillos y, con ello, de razonamientos básicos.

3 En todo caso, algunos conceptos parecen imposibles de adquirir en ausencia del lenguaje. Los expertos debaten hasta qué punto influye la lengua sobre el pensamiento. ¿Aporta esta estructuras cognitivas inexistentes en el pensamiento prelingüístico?

«Los hombres creen que su razón demanda las palabras; pero también sucede que las palabras tornan su fuerza contra la razón.» Estas reflexiones fueron escritas por Francis Bacon en 1620, en su obra *Novum organum*. ¿En qué consisten exactamente los pensamientos? ¿Constan de la oración misma, o son más bien una idea abstracta que representamos por medios lingüísticos? En una conferencia que impartí en cierta ocasión, hablaba sobre un pensamiento que había anotado en un papel. Un compañero señaló: «Hablas sobre un pensamiento, ¡pero en tu hoja veo una oración!». Tan sutil distinción puede resultar acertada. Sin embargo, trate usted de poner sobre el papel cualquiera de sus pensamientos sin emplear palabras. Todo lo más, algo así se encontrará al alcance de un matemático.

El problema que ponen de manifiesto los ejemplos anteriores nos conduce a la pregunta sobre la relación entre lenguaje y pensamiento. ¿Usamos la lengua para expresar nuestros pensamientos o es la lengua en sí la herramienta que nos faculta para pensar?

Muchos tendrán la sensación de que, cuando reflexionan, llevan a cabo una especie de monólogo interior. ¿Es el pensamiento, en esencia, un habla interna? Aunque de manera intuitiva esta opción se antoja plausible, lo cierto es que dicho monólogo interior solo se nos hace patente cuando nos concentramos y renunciamos a cualquier otra actividad. Por tanto, cabe la posibilidad de que esa habla interna solo acompañe al razonamiento en aquellos momentos en los que no usamos nuestro aparato lingüístico para otros fines. Puede que se trate de un efecto secundario asociado al pensamiento, pero no de algo imprescindible para que este tenga lugar.

La experiencia cotidiana aporta suficientes ejemplos que apoyan la segunda hipótesis. Es cierto que, por lo general, recurrimos al lenguaje para expresar nuestras ideas. Por tanto, si estas ya se encontrasen disponibles verbalmente, semejante acción no nos supondría ningún esfuerzo. Con frecuencia, sin embargo, acabamos dando muchas vueltas a las palabras: sabemos lo que pensamos y lo que nos gustaría expresar, pero no damos con la formulación correcta. En otras ocasiones, al intentar entender un problema complejo, comprobamos con desesperación que toda explicación verbal se muestra inútil y que solo una representación icónica, como un diagrama, nos permite abordarlo. Si pensásemos con palabras, las explicaciones lingüísticas nos ayudarían notablemente más que las imágenes.

Conocimiento del juicio

Un destacado defensor de la dependencia lingüística del pensamiento fue el filósofo estadounidense Donald H. Davidson (1917-2003). Según él, el verdadero pensamiento requiere disponer del concepto de juicio. Además, solo podrá tener juicios propios quien sepa lo que significa poseer un

ISTOCKPHOTO / FERNANDO REGALADO

juicio. Para adquirir dicho concepto, deberemos tratar con otras personas y conocer sus juicios: un acto para el que la comunicación verbal resulta imprescindible. Nótese que el argumento no implica la necesidad de aprender la palabra «lluvia» para poder reflexionar sobre la lluvia. Antes bien, Davidson considera que, en general, el habla constituye un requisito para poder acceder al razonamiento.

Con todo, la tesis anterior adolece de sus puntos débiles. La principal objeción estriba en el hecho de que pensar sobre una idea no es lo mismo que saber que en ese momento nos encontramos reflexionando sobre ella. Sin duda, un gato puede percibir sensaciones. ¿Debe por ello saber en qué consiste una percepción? ¡Por supuesto que no! Disponer del concepto de percepción implica, entre otras cosas, saber que una percepción puede ser falsa; algo que, en lo que respecta al gato, podemos permitirnos poner en duda. En el mismo sentido, también debería ser posible concebir un pensamiento sin necesidad de saber qué es un pensamiento.

Por otro lado, existen otros dos argumentos de carácter general que se oponen también a la supuesta dependencia entre el pensamiento y el lenguaje. En tal caso, resulta indiscutible que en primer lugar deberemos adquirir una lengua. Pero ¿cómo aprender una expresión lingüística si no podemos pensar en absoluto acerca del concepto correspondiente? El filósofo José Luis Bermúdez, de la Universidad de Texas A&M, ha razonado a partir de la palabra «yo». Un niño no aprenderá el significado de dicho vocablo hasta que no sea capaz de concebirse mentalmente a sí mismo como una persona. En particular, no se trata de que un niño pronuncie la palabra «yo» y la emplee como si fuese un nombre, sino de que aprenda su significado, lo cual podemos describir como usar la palabra «yo» para referirse a sí mismo. Solo

¿SOLO CON PALABRAS?
Un antiguo debate: ¿toma el pensamiento una forma esencialmente lingüística o existen otras maneras de razonar?

CORTESÍA DE ARLENE LEVIN-ROWE, LABORATORIO PEPPERBERG, UNIVERSIDAD BRANDEIS

CAPAZ DE RAZONAR
Los experimentos con el loro Álex revelaron que el animal poseía sorprendentes facultades conceptuales, un requisito para el razonamiento.

después de que el niño logre formar ideas sobre el yo (por ejemplo, como fuente de las propias acciones —incluida el habla—), podrá comprender el significado de la palabra «yo».

El segundo argumento remite al caso de los seres privados de habla, como animales o niños pequeños. Estos, a pesar de carecer de lengua, disfrutan de un amplio espectro de capacidades cognitivas que, en esencia, no se diferencian de las que muestran las personas adultas. Así las cosas, supondría una pura arbitrariedad afirmar que unos piensan y otros no. En definitiva, nos vemos obligados a aceptar la posibilidad de un pensamiento independiente del lenguaje.

Categorizaciones y conceptos

¿Qué define el pensamiento? Una idea típica, como «eso es un coche rojo», se caracteriza por contener una serie de conceptos (en este caso, *coche* y *rojo*) que se refieren a objetos. Aquí radica la diferencia con la simple percepción. Aunque carezca de los conceptos correspondientes, también un perro verá que el coche es rojo, pero sus facultades se limitarán a distinguir el rojo de otros colores. De hecho, la misma capacidad se encuentra al alcance de instrumentos de medición sencillos: un detector de luz roja emitirá una señal cuando sobre él incida radiación de dicho color; sin embargo, en tal caso jamás hablaremos de razonamiento.

La cuestión sobre la mejor manera de caracterizar los conceptos cuenta con una larga tradición en filosofía. Según una de las teorías actuales, propuesta por Albert Newen, de la Universidad de Bochum, y Andreas Bartels, de la Universidad de Bonn, han de satisfacerse cuatro condiciones para poder afirmar que disponemos del concepto *rojo*. En primer lugar, deberíamos ser capaces de reconocer dicha propiedad en objetos diferentes. Además, a un mismo objeto deberíamos poder asignarle otras propiedades (como, por ejemplo, que sea de metal). En tercer lugar, habremos de entender que el rojo guarda relación con otros colores, pero que no tiene nada que ver con, digamos, las formas geométricas. Por último, no deberíamos emplear el concepto de forma automática, sino, hasta cierto punto, con independencia de la situación perceptiva.

Los cuatro criterios anteriores aseguran que disponer de un concepto no se reduce a clasificar un objeto en el sentido de colocarlo en una de entre varias estanterías, sino de categorizarlo de la manera correcta atendiendo a todas sus características (*rojo* en calidad de color, *de madera* en lo que se refiere al material, etcétera). Lo que ello implica puede apreciarse con claridad a partir de los conocidos experimentos realizados entre 1977 y 2007 con el loro Álex. La investigadora conductual Irene M. Pepperberg, de la Universidad Brandeis en Waltham, entrenó al animal y demostró que este disponía de ciertas habilidades conceptuales. El ave no solo distinguía entre varios colores, materiales y formas, sino que era capaz de aplicar dicho conocimiento a nuevos objetos. Con ello, satisfacía los dos primeros requisitos enunciados arriba. Además, indicaba mediante sonidos en qué categoría se asemejaban o se diferenciaban dos objetos: mismo color, distinta forma, etcétera (tercera condición). Por último, Álex no cotorreaba al azar sin más cuando se le presentaba un objeto, sino que respondía de manera precisa a las preguntas (cuarto criterio).

Junto a tales tareas de categorización, que también pueden observarse en los niños, los conceptos aportan a nuestro pensamiento una determinada estructura, la cual permite nuevas combinaciones sistemáticas. Por ejemplo, si alguien dispone de los conceptos *elefante* y *rojo*, podrá imaginar elefantes rojos a pesar de no haber visto criaturas semejantes en su vida. Constatar esta facultad en seres silentes resulta, desde luego,

muy complicado. Sin embargo, dicha habilidad puede quedar patente si estos demuestran una capacidad para aplicar los conceptos en cuestión a objetos que poseen nuevas combinaciones de características.

Nicola S. Clayton y Anthony Dickinson, de la Universidad de Cambridge, han demostrado que los arrendajos poseen esa facultad combinatoria. En su experimento, los científicos escondían dos tipos de alimentos, de los cuales uno (A) sabía mejor que el otro (B), pero se echaba a perder mucho más rápido. Cuando a los pájaros se les permitía buscar la comida antes de que A se echase a perder, desenterraban el alimento más sabroso. Pero si, por el contrario, se les obligaba a esperar más rato, se dirigían directamente hacia el alimento B. Semejante comportamiento demuestra que estas aves pueden relacionar la información temporal con la espacial, una capacidad que requiere una estructura mental equiparable al razonamiento. Podemos concluir que, al menos hasta cierto punto, los arrendajos pueden pensar.

Multas y electrones

Contamos, pues, con buenas razones para creer que existe el pensamiento sin habla. Pero ¿qué significa exactamente una afirmación como la anterior? ¿Que cada oración que expresamos se apoya en un pensamiento que no guarda relación alguna con la lengua? En absoluto. Algunos conceptos necesitan un trasfondo lingüístico. Entender el concepto *multa*, por ejemplo, requiere saber qué son las reglas sociales, así como que su infracción puede acarrear sanciones monetarias. Convenciones sociales tan concretas se establecen y se transmiten a través de la lengua. Sin ella, parece imposible adquirir una representación del significado de palabras como «multa».

Algo similar ocurre con los conceptos teóricos, como el del electrón. Estos requieren una comprensión de la teoría completa a la que pertenecen, y las teorías siempre se transmiten por medio del lenguaje. Por tanto, tales nociones resultan, en esencia, dependientes de la lengua. En este caso sí podemos afirmar que «las palabras tornan su fuerza contra la razón», como escribiera Bacon.

Cabe concluir que, si bien pensamiento y lenguaje existen de manera independiente, pueden influirse uno al otro. Ello nos lleva a formular dos cuestiones básicas. ¿Cómo caracterizar los pensamientos (no lingüísticos) y demarcar los límites

TAMBIÉN PIENSAN

Los arrendajos pueden relacionar informaciones espaciales y temporales, un comportamiento que apunta a un razonamiento conceptual. En los experimentos, cesaban de picotear los alimentos escondidos si estos, a pesar de ser más sabrosos, se habían echado a perder.

NICOLAS S. CLAYTON Y IAN CANNELL, UNIVERSIDAD DE CAMBRIDGE

CON SIGNOS

El habla se revela necesaria para distinguir los pensamientos propios de los ajenos. Los niños sordos que han recibido una educación oral no solo manifiestan una merma en sus capacidades lingüísticas, sino también mayores dificultades para atribuir pensamientos a otras personas. Si, por el contrario, crecen en un ambiente en el que se emplea la lengua de signos, desarrollan sin retraso ambas facultades.

ISTOCKPHOTO / KIM GUNKEL

que los separan de fenómenos más básicos, como la percepción? Por otro lado, ¿dónde comienza exactamente la lengua a configurar nuestro pensamiento y de qué manera ocurre eso?

Para responder a la primera pregunta, cabe señalar que la caracterización ya cuenta con suficiente poder explicativo. Dado que los loros o los arrendajos, carentes de habla, muestran comportamientos que en los humanos calificaríamos como razonamientos, también a aquellos deberíamos atribuirles una capacidad de raciocinio. En este punto resulta de capital importancia no trivializar el concepto de razón a fin de no aguar su poder explicativo. En particular, no deberíamos concluir de manera automática que todo comportamiento aparentemente refinado implica una capacidad de razonamiento. Las hormigas, por ejemplo, transportan a sus compañeras muertas afuera del hormiguero. Sin embargo, la hormiga no razona nada al respecto: actúa como consecuencia de un acto reflejo desencadenado por una sustancia aromática que desprenden los cadáveres. Así, ¿dónde acaba una cadena estímulo-respuesta y dónde comienzan a aparecer pensamientos básicos? Se trata de una pregunta de difícil respuesta que aún proporciona abundante materia para discutir.

En lo que se refiere a la segunda cuestión (la interacción entre lenguaje y pensamiento), existe al menos un aspecto empírico que puede separarse de la cuestión filosófica: los experimentos permiten determinar qué facultades cognitivas dependen del habla. Esta pregunta ha sido investigada por el psicólogo evolutivo Hannes Rackoczy, de la Universidad de Gotinga. Para él, dichas facultades son, ante todo, aquellas relacionadas con la capacidad para atribuir a otras personas estados mentales, como los pensamientos.

Se ha demostrado que algunos simios, e incluso ciertos animales de compañía, gozan de una comprensión básica de las intenciones ajenas. Sin embargo, la aptitud para diferenciar entre pensamientos propios y ajenos solo aparece en los humanos y, además, de la mano del lenguaje. Los niños sordos que reciben una educación oral sufren deficiencias no solo en lo que concierne al desarrollo del lenguaje, sino también en su capacidad para atribuir pensamientos a otras personas. Pero si, por el contrario, crecen en un ambiente en el que se emplea una lengua de signos, no muestran tales insuficiencias. Los experimentos futuros ayudarán a esclarecer, cada vez más, la influencia del lenguaje sobre el desarrollo del razonamiento.

Sin embargo, el aspecto filosófico de la cuestión continúa abierto. ¿Qué modificaciones esenciales ejerce la lengua sobre el pensamiento? ¿Puede el lenguaje fomentar la aparición de estructuras inexistentes en el pensamiento prelingüístico? ¿Posibilita acaso nuevas clases de conceptos imposibles de reducir a razonamientos más básicos?

En fecha reciente hemos visto surgir un intenso debate acerca de tales cuestiones, englobadas bajo el nombre de «cognición arraigada» (*grounded cognition*). Esta aborda la cuestión de si nuestra capacidad para razonar se sustenta en otras aptitudes más básicas o si, por el contrario, conforma una facultad independiente del resto. En el primer caso, no parece muy plausible que la influencia del lenguaje resulte determinante. Si, por el contrario, el pensamiento constituye una facultad autónoma, cabe preguntarse de qué se compone y cómo se desarrolla. Parece difícil que la capacidad de razonar surja de la nada; antes bien, parece estar basada, o anclada, en otras aptitudes más básicas. De qué constan esos cimientos sigue siendo uno de los misterios aún sin resolver de la filosofía.

Gottfried Vosgerau *es profesor de filosofía en la Universidad de Düsseldorf. Sus intereses se centran en las teorías de la mente y de la cognición, la neurofilosofía, la metafísica de la mente y la filosofía del lenguaje.*

Artículo publicado en *Investigación y Ciencia* n.º 433

Para saber más

The paradox of self-consciousness. J. L. Bermúdez. The MIT Press, 1998.

Episodic-like memory during cache recovery by scrub jays. N. S. Clayton y A. Dickinson en *Nature*, vol. 395, págs. 272-274, 1998.

Animal minds and the possession of concepts. A. Newen y A. Bartels en *Philosophical Psychology*, vol. 20, págs. 283-308, 2007.

From thought to language to thought: Towards a dialectical picture of the development of thinking and speaking. H. Rakoczy en *Grazer Philosophische Studien*, vol. 81, págs. 77-103, 2010.

En nuestro archivo

Lenguaje y pensamiento. Lera Boroditsky en *Investigación y Ciencia*, abril de 2011.

SUSCRÍBETE a Mente y cerebro...

Ventajas para los suscriptores:

- Envío puntual a domicilio
- Ahorro de hasta un 21% sobre el precio de portada 35 € por un año (6 números), 65 € por dos años (12 números)
- Acceso gratuito a la edición digital (artículos en pdf)

... y recibe gratis un número de la colección CUADERNOS

www.investigacionyciencia.es/suscripciones

Pensar y hablar

¿Hemos de «pensar primero y luego hablar»? Así reza un viejo consejo. Pero solo en el proceso de la comunicación surge nuestra concepción del mundo y se configura la estructura de los procesos mentales

LUDWIG JÄGER

EN SÍNTESIS

Formador de la mente

1 A finales del siglo XVIII se desencadenó el conflicto científico entre los partidarios de una concepción comunicativa y otra cognitiva del lenguaje.

2 En la actualidad predomina la teoría de que las estructuras lingüísticas influyen en las mentales.

3 El hallazgo neurológico de las neuronas espejo también sugiere que la mente humana se desarrolla a partir del uso del lenguaje.

En el supuesto de que nos hubiéramos criado sin hablar, recuérdense el salvaje de Aveyron o Kaspar Hauser, ¿podríamos pensar? ¿Qué clase de humanos seríamos? ¿Podríamos recordar nuestro pasado o hacer proyectos para el futuro? Las cuestiones de ese tenor nos llevan directamente a la frontera de un debate crucial en lingüística.

Para Jerry A. Fodor, filósofo de la Universidad Rutgers, y los lingüistas Noam Chomsky y Steven Pinker, del Instituto de Tecnología de Massachusetts, el lenguaje y el pensamiento constituyen dos funciones mentales separadas. El lenguaje no ejerce ningún efecto en los procesos cognitivos: solo sirve para remitir «envíos postales mentales», recíprocos, entre humanos. Si desapareciera el lenguaje, como sucede parcial o totalmente en el caso de los «niños salvajes», no se verían afectadas las capacidades mentales superiores.

En el bando contrario militan el filósofo Daniel C. Dennett, el psicólogo Lew D. Wygotski y el psicolingüista Stephen C. Levinson. Para estos, nuestro pensamiento se sostiene en el lenguaje; la lengua materna influye de un modo decisivo en nuestra forma de pensar. Repercute, pues, en el desarrollo del pensamiento si un «niño salvaje» no aprende ninguna lengua o si se pierde total o parcialmente la capacidad de lenguaje.

Peter Carruthers y la lingüista Jill Boucher llaman comunicativa o cognitiva, respectivamente, a esas concepciones divergentes en torno al lenguaje. Los partidarios de la primera posición se apoyan en estudios con afásicos. Si se somete a prueba el rendimiento mental de estas personas con capacidad lingüística mermada, los resultados no son esencialmente peores que los de probandos sanos. Pero como los sujetos con afasia investigados ya habían aprendido una lengua antes de su patología, no queda claro si su capacidad mental se hubiera desarrollado igual sin esa circunstancia.

Existe un hecho, por lo menos, que indica que los infantes pueden categorizar cosas antes de romper a hablar, habilidad que se podría deber a que ya disponen de un «lenguaje de la mente». Se trataría de un fenómeno independiente de las lenguas singulares y de las experiencias culturales.

Ese germen de lenguaje consta, según una hipótesis lingüística, de las características o componentes elementales de significado con los que trabaja nuestro pensamiento: «masculino» o «femenino», «animado» o «inanimado».

Para los niños, la adquisición de vocabulario consistiría en encontrar etiquetas para las combinaciones de tales características. Así, «soltero» sería animado, masculino, no casado. George P. Lakoff, de la Universidad de California en Berkeley, y otros lingüistas opinan que la mente trabaja con metáforas universales: «más es alto» o «grande es importante», entre otras. Tales metáforas se reconocen después en las lenguas singulares: *ein grosser Tag; a big day,* o un gran día.

Influjo aristotélico

Uno de los puntales más sólidos de la concepción cognitiva del lenguaje se basa en el desarrollo paralelo, durante los primeros años de vida, del lenguaje y otras facultades mentales. Además, algunos psicólogos, neurocientíficos y lingüistas han venido recogiendo, de un tiempo a esta parte, nuevas pruebas que apuntan a lo siguiente: el lenguaje influye en muchos tipos de procesos

cognitivos, si es que estos no son, a la postre, impensables sin aquel.

La concepción comunicativa del lenguaje, que predominó hasta finales del siglo XVIII, debido fundamentalmente al peso de la tradición de Aristóteles (384-322 a.C.), puede caracterizarse por las siguientes líneas principales:

- La realidad existe con independencia de los logros cognitivos del ser humano (realismo epistemológico).
- Cada persona se basta a sí misma en el proceso de conocer; no se requiere, pues, el intercambio con los demás (solipsismo).
- El lenguaje humano representa un medio introducido, «conforme a un acuerdo», para describir contenidos mentales.
- El ser humano se forma conceptos de las cosas sin necesidad del lenguaje.

En el seno de esta tradición, los signos lingüísticos se limitaban a ser recursos para el recuerdo. Para Kant, constituirían meros «vigilantes del concepto».

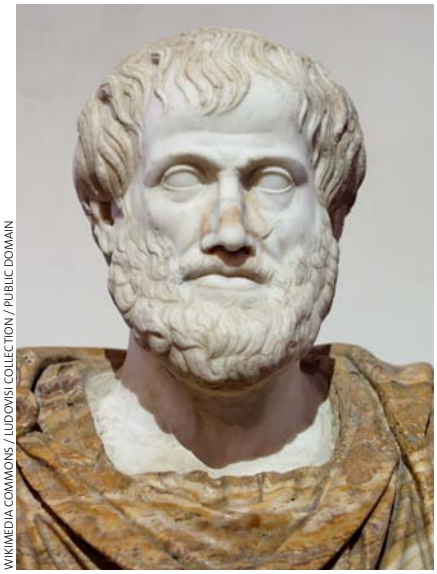
El conflicto entre las concepciones comunicativa y cognitiva del lenguaje se desencadenó en las postrimerías del siglo XVIII. Johann Georg Hamann (1730-1788), Johann Gottfried Herder (1744-1803) y Wilhelm von Humboldt (1767-1835) llegaron a la conclusión de que el lenguaje no representa únicamente —en palabras del último— un «instrumento en sí indiferente hasta cierto punto» del pensamiento.

Principio de la relatividad lingüística

Tras haber investigado numerosas lenguas, incluidas algunas de los indios americanos, Humboldt

WIKIMEDIA COMMONS / CC-BY-3.0

LA ESTELA DE HAMMURABI
El famoso rey del siglo XVIII a.C. fijó las leyes de su tiempo en escritura cuneiforme. Los lingüistas se preguntan hasta qué punto el lenguaje escrito configura nuestro pensamiento.



WIKIMEDIA COMMONS / LUDOVISI COLLECTION / PUBLIC DOMAIN

WIKIMEDIA COMMONS / PUBLIC DOMAIN

PRECURSORES DE SU TIEMPO Aristóteles (*izquierda*) y Wilhelm von Humboldt se ocuparon del fenómeno del lenguaje y llegaron a resultados diferentes.

llegó a la conclusión de «que la diversidad de las lenguas no consiste tanto en una mera diversidad de signos cuanto en que las palabras y las construcciones sintácticas forman y determinan los conceptos al mismo tiempo, y en que [...] cada lengua representa una visión del mundo». No existe un mundo prefijado de antemano, ni conceptos independientes de la cultura. El lenguaje, prosigue, no sirve solo para el intercambio de conceptos, sino también para la formación de los mismos. Aquí la comunicación lingüística desempeña un papel importante. En breve, «el lenguaje es el órgano constituyente del pensamiento».

Los seguidores de Humboldt distinguen en la concepción lingüística cognitiva tres planos en los que el lenguaje ejerce su influencia:

- Mediante la forma de clasificar el mundo una determinada lengua («la estructura del léxico»), así como por su gramática.
- A través de la presentación física, la «materialidad» del lenguaje: oral, escrito, gestual, etcétera.
- A través de las propiedades generales del lenguaje; se trata, sobre todo, de determinar si el lenguaje solo representa o también configura la realidad.

En los años veinte y treinta del siglo pasado, Franz Boas (1858-1942), Edward Sapir (1884-1939) y Benjamin Lee Whorf (1897-1941), entre otros, defendieron la tesis de que el vocabulario y la estructura de cada lengua repercuten en el pensamiento. Posición a la que, andando el tiempo, se la conocería por principio de relatividad lingüística o hipótesis de Sapir y Whorf.

En la tradición de Humboldt, Whorf analizó las lenguas de los indios norteamericanos. Las comparó con las del ámbito europeo. En su estudio de la lengua de los hopis de Arizona creyó comprobar que dicha lengua apenas permite expresar relaciones temporales. Así, los verbos no contaban con formas de pasado y brillaban por su ausencia las metáforas lingüísticas que relacionan espacio con tiempo. Esa peculiaridad de la lengua ha repercutido de forma decisiva en el pensamiento de los indios: a ella se debe su imagen atemporal del mundo.

Pero hoy en día ya se da por rebatida esta tesis de la atemporalidad del idioma de los hopi. Ekkehart Malotki ha presentado en su obra *Hopi Time* los matices con los que esta lengua describe el tiempo. Los hopi cuentan con más de doscientas expresiones para determinar el tiempo: desde adverbios temporales (ayer, hoy, temprano o tarde), pasando por horas del día, meses, estaciones del año, hasta un sistema diferenciado de sufijos verbales que permiten una precisa narración del curso temporal. Lo curioso es que Whorf, con su visión errónea del hopi, suministró paradójicamente la mejor demostración de su propia hipótesis. Probablemente no descubrió las numerosas formas temporales porque había abordado sus estudios con las expectativas de un hablante europeo.

Así opera el lenguaje

Asistimos a un pujante renacimiento de la tesis que defiende la influencia de las estructuras lingüísticas en las mentales. El grupo liderado por Stephen C. Levinson, del Instituto Max Planck de Psicolingüística en Nimega, ha demostrado con experimentos muy sencillos que la estructura del lenguaje determina la forma de resolver los problemas espaciales. Alinearon tres figuras de animales ante los voluntarios del ensayo. Estos debían girar 180 grados y colocar las figuras tal y como estaban ordenadas anteriormente. Los europeos agrupaban los animales de derecha a izquierda, mientras que los aborígenes australianos las repartían siempre en las direcciones de los puntos cardinales. Los probandos seguían, pues, en su comportamiento la descripción espacial de su respectiva lengua: referida a la propia persona o en relación con los puntos cardinales.

También los experimentos de Mingyu Zheng y de Susan Goldwin-Meadow, de la Universidad de Chicago, indican que la lengua materna conforma las estructuras mentales. Examinaron a niños sordos y a niños con audición normal de EE.UU. y de China. Estos últimos aprendían inglés o chino mandarín, mientras que los primeros no tenían prácticamente ningún conocimiento de un lenguaje de sonidos o de señas. Se mostró que los niños sordos de los dos países empleaban los mismos gestos para describir el movimiento de los objetos. En cambio, los que aprendían una lengua materna expresaban los sucesos relacionados con el movimiento de manera distinta, en función de la lengua propia.

Pero, en opinión de los partidarios de la concepción cognitiva del lenguaje, este no solo actúa sobre el léxico respectivo, que analiza y divide el mundo en conceptos, y además sobre la correspondiente gramática; también el hecho de si los signos lingüísticos se presentan oralmente, por escrito o por señas produce un efecto distinto en las estructuras y en los procesos mentales de los usuarios del lenguaje.

Walter Ong, catedrático de retórica de la Universidad de San Luis, mantuvo durante mucho tiempo la tesis de que la «literalización» de las lenguas ha transformado el pensamiento humano, desde las estructuras míticas y prelógicas hacia las racionales y lógicas. Pero la tesis de Ong en esa forma tan radical se considera hoy superada. Muchos de los logros cognitivos, que se atribuían a esa literalización, o ya existen en las culturas orales o al menos no tienen que ver exclusivamente con el paso del lenguaje oral al de los signos escritos.

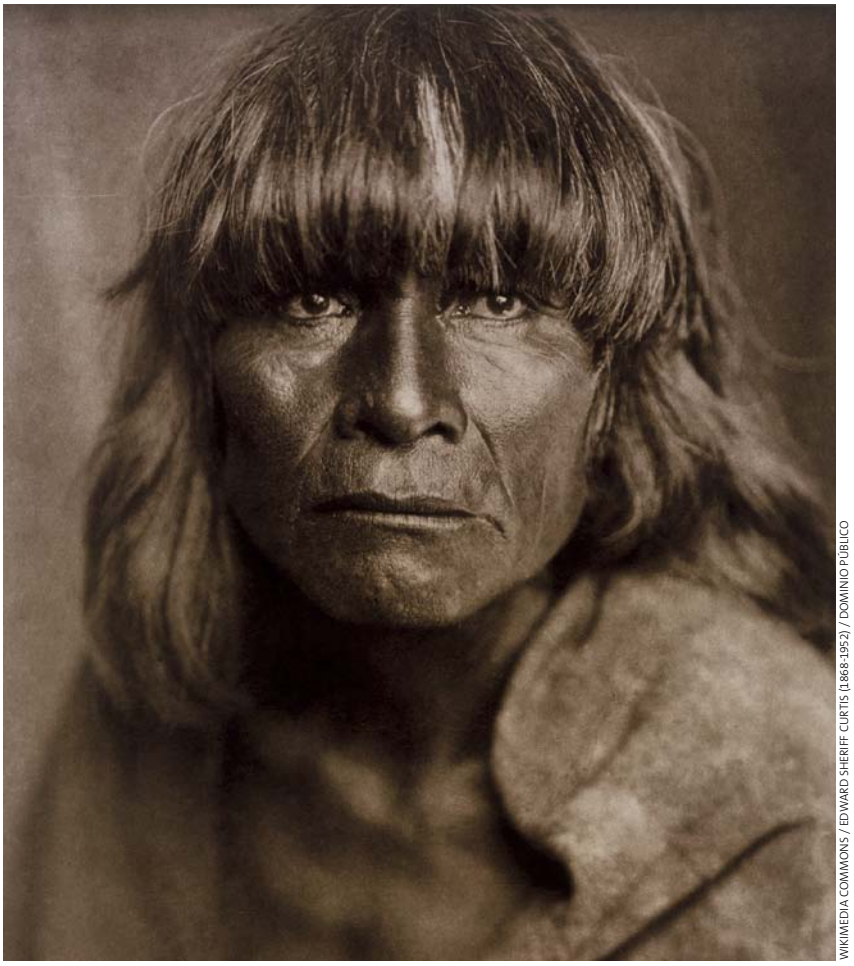
El color del oso

Sylvia Scribner y Michael Cole, expertos en psicología cognitiva, investigaron en 1973 los efectos de la escritura en los vai. Esta tribu de Liberia utiliza tres formas: la escritura vai (silábica), la árabe alfabética y la inglesa. Se sirven de ellas según la ocasión. Los investigadores demostraron así que los efectos del lenguaje escrito en el pensamiento lógico, en la abstracción y en la memoria solo se hacían patentes en el inglés escrito, pero no en las otras dos manifestaciones de escritura. La razón de que no tuviesen tal repercusión ni la escritura vai ni la árabe alfabética estribaba en que no se enseñan como lenguas de cultura en las escuelas.

Con el trasfondo de estos resultados se analizaron de forma novedosa y crítica los famosos trabajos de Alexander R. Luria. En 1931 y 1932, este neurólogo ruso había realizado estudios comparativos en Uzbekistán y Kirguisia entre personas con diferente dominio de la escritura. Llegó a la conclusión de que la capacidad de leer y escribir palabras sencillas transforma notablemente los procesos mentales y posibilita las deducciones lógicas.

Luria sometió a los sujetos del ensayo que no sabían escribir a una prueba de razonamiento silogístico. «En el norte, donde nieva, los osos son blancos. Novaja Zemlja está muy al norte y allí siempre hay nieve. ¿De qué color son los osos en Novaja Zemlja?» Las respuestas mayoritarias fueron: «No lo sé. Yo vi un oso negro y no conozco otros». O bien: «Se reconoce el color de un oso cuando uno lo ve». Solo el presidente de una explotación agraria colectivizada y que tenía conocimientos básicos de escritura respondió en el segundo intento: «Si me guío por sus palabras, tienen que ser blancos». Tampoco hay aquí abso-

INDIOS INFRAVALORADOS
Partiendo de sus propios esquemas mentales, los antropólogos europeos no se percataron de la mayoría de las expresiones temporales en la lengua hopi.



WIKIMEDIA COMMONS / EDWARD SHERIFF CURTIS (1868-1952) / DOMINIO PÚBLICO

THINKSTOCK / DESIGN PICS

HABLAR ENSEÑA A PENSAR
Los niños se acompañan a veces en sus actividades de una descripción verbal, ya que les ayuda a resolver problemas.

luta seguridad de que las transformaciones de la mente sean atribuibles solo a la capacidad de escribir. Es muy probable que los cambios radicales operados por entonces llevaran a personas a adoptar nuevos esquemas mentales. Después de la revolución de Octubre se crearon allí escuelas y la población fue instruida en nuevos métodos agrícolas.

Tesis de Ong

Además, muchas de las facultades cognitivas, que presuntamente se deben al pensamiento literal, se encuentran ya en las culturas orales. Ong, antropólogo cultural, suponía que la memoria cultural de las sociedades ágrafas era ahistórico-homeoestática. En otras palabras, los individuos adecuan siempre el pasado al presente. El antropólogo social británico Jack Goody e Ian Watts (1917-1999), de la Universidad de Stanford, describieron en su día un caso de amnesia colectiva en la tribu de los gondsha en Ghana. De acuerdo con las tradiciones orales de la tribu, en la transición al siglo XX el fundador del estado de Gondsha, Ndewura Japka, había tenido siete hijos; cada uno dominaba uno de los distritos del país. Sesenta años más tarde, el desarrollo político había promovido la desaparición de dos de los distritos. Los mitos se modificaron: narraban ahora la vida de los cinco hijos de Ndewura Japka. Ya no se volvió a hablar más de los otros dos distritos.

Sin embargo, también las culturas orales disponen de métodos para transmitir sus tradiciones de generación en generación. En tribus de Ruanda y Burundi, por ejemplo, todos los textos «orales» importantes pertenecen a uno de los tres géneros siguientes: poesía, historia o preceptos legales. Hay «expertos» en cada uno de estos apartados y la transmisión se ajusta a reglas y ceremonias fijas. Cuando un experto comete algún error, los especialistas en textos lo sancionan severamente. De esta forma se transmiten incluso comentarios a los textos legales, una capacidad que se suponía exclusiva de las culturas escritas.

Los representantes de la concepción cognitiva del lenguaje se han visto forzados a abandonar la tesis de que solo la escritura permite distanciarse de la lengua, haciendo así viable una reflexión sobre ella. Pero tampoco las lenguas basadas en la escritura disponen de estrategias para aislar palabras del flujo discursivo, comentarlas, parafrasearlas y, si es necesario, sustituirlas por expresiones más adecuadas. Un ejemplo de la investigación nos lo ofrece el lenguaje de señas en el ámbito alemán; aunque no dispone de la escritura utiliza, sin embargo, tales «estrategias discursivas».

El lenguaje escrito no ejerce en exclusiva el influjo determinante sobre las prestaciones mentales que le concedían los antropólogos culturales. Ello no impide que Goody y Sybille Krämer, de la Universidad Libre de Berlín, partan del supuesto de que al menos algunas operaciones lógicas o algorítmicas solo han sido posibles con el invento de formas especiales de notación escritas. Nuestra lengua cotidiana contiene referencias lógicas; por ejemplo, en forma de partículas modales como «en tanto que», «es decir» o conjunciones como «porque». Pero solo los llamados textos escritos operacionales, como la lógica formal, permiten realizar operaciones más complejas que lo que podríamos llevar a cabo de memoria. Nos apoyan en nuestra función de máquinas pensantes fundamentadas en símbolos. Si se trata de demostraciones matemáticas, solemos captar un paso, no el proceso entero.

Manzanas y peras

Hasta ahora la cuestión capital era las consecuencias para la mente de un lenguaje plasmado en

expresión escrita. Pero hay que preguntarse también por otras formas materiales de presentación del lenguaje. En el instituto de investigación sobre medios y comunicación cultural de la Universidad de Colonia, hemos abordado los efectos de la forma visual-gestual del lenguaje de signos en las estructuras mentales de los comunicantes. Se pusieron de manifiesto las diferencias evidentes entre las redes conceptuales de los hablantes del lenguaje oral y las correspondientes a las del lenguaje de señas. Medimos el tiempo que requerían los probandos para valorar la proximidad de significado de dos conceptos y comprobamos que, en los usuarios del lenguaje oral, el concepto «manzana» se encuadraba más cerca de la categoría general «fruta» o de la adjunta «pera» que en los usuarios del lenguaje de señas. Visto desde el ángulo contrario, los usuarios del lenguaje de signos asociaban el concepto «manzana» más estrechamente a una actividad como «comer» o a un atributo como «redondo».

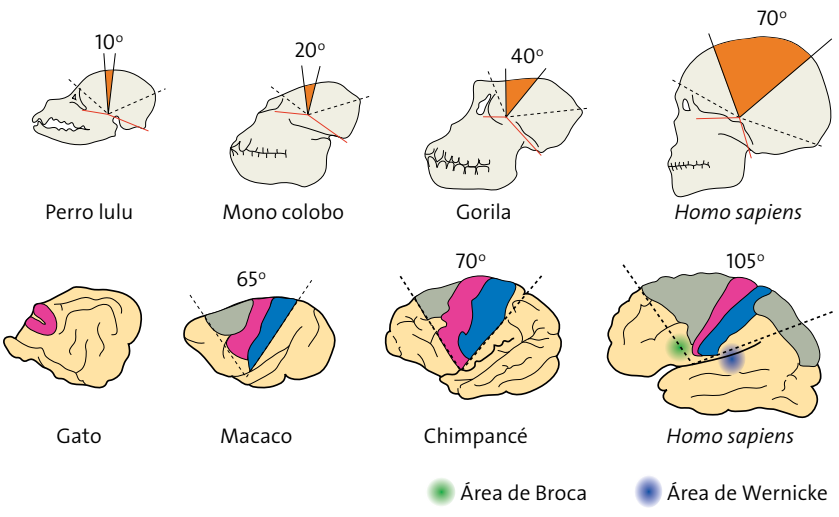
Se trata, según el término que acuñamos, de una «incorporación». Es decir, los usuarios del lenguaje de signos pueden fundir en un gesto nombre y verbo («el pez nada»), o también verbo y adverbio («corre rápidamente»). Los resultados de nuestras investigaciones apuntan a la influencia efectiva de la materialidad del lenguaje (visual-gestual o vocal-auditiva) en la estructura del pensamiento.

Un tercer grupo de representantes de la concepción cognitiva del lenguaje tematiza la relación epistemológica entre lenguaje y pensamiento. Se refiere, pues, a los efectos generales del lenguaje, con independencia de cuáles sean las lenguas singulares y su instrumentación lingüística. Según una de las hipótesis, nuestro pensamiento se basa en una suerte de «lenguaje interior» desarrollado en la niñez más temprana. En la onda del psicólogo ginebrino Jean Piaget (1896-1980), los niños —en su progreso del uso del lenguaje— atraviesan primero una fase autista, luego otra egocéntrica y, por fin, una tercera social. En la fase egocéntrica, el niño comenta su actuación: «Ahora saco las piezas, ahora construyo una casa. Si así no sale bien, lo tengo que hacer de esta otra manera». Más adelante, sus declaraciones se dirigen de un modo creciente a los demás; el lenguaje, que antes estaba centrado en el yo, se transforma en lenguaje social.

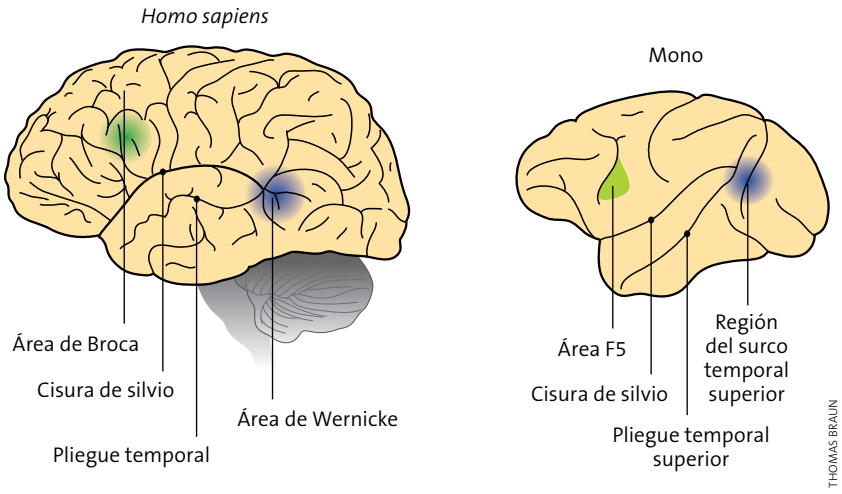
Si Piaget veía una atrofia de la forma egocéntrica del lenguaje en la transición a una configuración social, Wygotski defendía una tesis completamente distinta en su *Pensamiento y lenguaje*, publicado en 1934. Este psicólogo ruso había observado que los niños incrementaban el uso del tipo de lenguaje egocéntrico cuando debían resolver problemas. En su opinión, el lenguaje egocéntrico se separaba del externo social para constituirse, como lenguaje interno, en estructura básica del pensamiento. No se trata de un lenguaje silencioso, sino de un proceso interiorizado de orden lingüístico-cognitivo para solucionar problemas. Muchos especialistas tornan de nuevo la mirada hacia las tesis de Wygotski. Peter Carruthers, de la Universidad de Maryland, sostiene que determinadas formas del pensamiento (la deducción causal, entre ellas) necesitan el apoyo de un lenguaje natural interiorizado.

De la relación entre lenguaje y pensamiento no se han ocupado solo lingüistas y filósofos. Muchos profesionales de la biología evolutiva sospechan que el lenguaje, la cognición y la consciencia surgieron paralelamente en la filogénesis humana. André Leroi-Gourhan, paleoantropólogo, piensa que este impulso en el desarrollo fue desencadenado por una de las principales conquistas de nuestros antepasados: la adopción de la postura erecta. Gracias a ello, no solo liberaron las manos; el cráneo cambió su geometría: del prognatismo que prolongaba horizontalmente el eje corporal a la configuración típica de las especies que caminan erguidas. Dentro de ese nuevo espacio craneal se ubicaron, en la corteza cerebral, nuevas regiones que alojan una serie de funciones mentales superiores, la del lenguaje incluida. Los elementos más destacados en esta zona de la corteza cerebral

EVOLUCIÓN DE LA MENTE
En un cráneo de mayor tamaño se podían alojar regiones cerebrales con funciones superiores. Los campos coloreados sirven para el control motor. El lenguaje está localizado en el área de Broca y en la de Wernicke.



THOMAS BRAUN, SEGÚN LEROI-GOURHAN



COMPARACIÓN CON LOS MONOS
La ubicación de las regiones del lenguaje en el cerebro humano estimula a los expertos a proponer novedosas teorías sobre el origen del lenguaje.

aumentada de tamaño son el área de Broca (para la producción del lenguaje) y el área de Wernicke (para la comprensión del mismo).

En esa fase, el cerebro debió de haber desarrollado sin duda una de sus facultades fundamentales: representar los objetos del entorno de una forma nueva, con lo que surgió un tipo más avanzado de conceptos.

No solo los humanos. Los primates disponen, al menos en un nivel elemental, de la facultad de construir conceptos. Pueden diferenciar o «discriminar» objetos de su entorno, asignarles un significado y reaccionar ante ellos. Además, poseen un concepto primitivo de sí mismos, de su propia identidad. Si en un experimento se le pinta a un primate un punto rojo en la nariz y él se lo ve en el espejo, intenta borrárselo por todos los medios.

Pero las capacidades cognitivas de los simios están muy por detrás de las del hombre; de esta clase de concepto solo disponen en presencia del objeto correspondiente. En el mundo de los ordenadores se diría que el pensamiento tiene que presentarse «en línea». Los expertos en ciencia cognitiva hablan, a este respecto, de conceptos de primer orden. A veces, basta la información de un solo canal sensorial para movilizar el concepto; por ejemplo, en el caso de los felinos, que reconocen su presa solo por el olor. En otros casos el concepto se sustenta en varios tipos de informaciones simultáneas: olor, color y movimiento.

Aparición de nuevos conceptos

A diferencia de felinos y simios, el hombre no está limitado a dicho tipo sensorial de conceptos. Puede reflexionar sobre objetos que no ve, ni oye, ni huele en ese momento; puede realizar, si se me permite la expresión, un procesamiento «fuera de línea». Además, no solo discrimina entre objetos, sino que también los clasifica en grupos de categoría superior. Estas nuevas prestaciones son posibles gracias a que los conceptos sensoriales están ligados a significados de signos lingüísticos y, con ello, integrados en las redes conceptuales del lenguaje. A estos conceptos se les denomina «conceptos de segundo orden».

Para nuestros antepasados la aparición de los nuevos conceptos basados en el lenguaje ofrecía muchas ventajas; no solo porque podían así pensar en objetos que no tenían a la vista:

- El procesamiento fuera de línea no está acoplado a reacciones motoras inmediatas, sino que se apoya en representaciones lingüísticas desconectadas de la situación del momento.
- Las escenas imaginadas pueden tener un índice temporal. En correspondencia, solo así se pueden caracterizar y posteriormente analizar los recuerdos.
- Accedemos a la capacidad de la «representación dual». De ese modo, permanecen en la consciencia separados entre sí los contenidos percibidos en línea (el recorrido del paseo) y la representación fuera de línea (el trabajo pendiente en casa).
- La separación de la consciencia en fuera de línea y en línea posibilita la consciencia del yo. Solo en el ámbito fuera de linea puede identificarse el yo como fuente de su pensamiento y de sus acciones.
- La capacidad de prestaciones de los conceptos aumenta de manera notable cuando estos se integran en la red de los signos lingüísticos. De esta forma, las personas que oyen la palabra gato no solo se imaginan el animal, sino que pueden explicar lo que es un gato, es decir, parafrasear el concepto y asociar el término a un campo semántico complejo: ojos de gato, gato hidráulico, paso felino, etcétera. Para Derek Bickerton, lingüista docente en la Universidad de Hawai, el lenguaje representa un lugar mental en donde existe todo el «saber sobre el gato» suministrado por el lenguaje y depositado allí como un concepto general y no referido a una situación especial. Según Bickerton, la creación del signo lingüístico «gato» genera ese lugar.

Los cacahuetes excitan

Hace unos años, Giacomo Rizzolatti, de la Universidad de Parma, descubrió, por casualidad, un fenómeno que proporciona un fundamento neurobiológico a las teorías sobre el origen del lenguaje y a su interpretación cognitiva.

En el equipo de Rizzolatti estudiaron las neuronas del área F5 del cerebro de macacos, células que intervienen en la traducción a movimientos manuales de las informaciones visuales sobre los objetos. Merced a ello, los simios agarran con seguridad el objeto deseado. Las neuronas F5 tienen, pues, propiedades motoras y sensoriales; forman un «sistema de encaje-observación-ejecución». Las neuronas F5 revisten particular interés para el lingüista. Al procesar las características de los objetos y, partiendo de ahí, prefigurar así para la mano la forma de agarre, «clasifican» los objetos en función del significado para el sujeto en acción. Dicho de otro modo, estas neuronas sirven de soporte a un primer concepto elemental.

Pero había algo más. Cierto día, cuando un macaco observaba a uno de los científicos en el momento en que este extendía la mano para recoger unos cacahuetes, el instrumento de medición registró una excitación de las neuronas F5 del animal. Los neurofisiólogos estudiaron el fenómeno a fondo y descubrieron un nuevo tipo de neuronas: unas células que no solo se disparaban cuando los animales del experimento movían sus manos dirigidas por lo que contemplaban ellos mismos, sino también cuando veían movimientos análogos en los experimentadores. Rizzolatti y sus colaboradores las denominaron «neuronas de espejo», puesto que proyectan la acción de un individuo en el cerebro de otro. Más tarde, se demostró este sistema especular en humanos.

Los movimientos intencionados estimulan, pues, las neuronas en el cerebro del que está en mi entorno próximo. A esto se añade la tesis de los paleoantropólogos de que la comunicación en la evolución de los homínidos surgió como un lenguaje de señas que, más adelante, dejó paso al lenguaje oral. Rizzolatti adapta la formulación anterior a la «hipótesis del sistema del espejo en la evolución del lenguaje», según la cual este último se ha desarrollado como «un uso recíproco de gestos».

Desde el inicio de la filosofía, ha interesado el significado exacto de «entender». ¿Cómo sé yo, con mi entendimiento, lo que otro quiere decir con sus palabras y sus gestos? La respuesta podría ser que yo entiendo algo cuando se activan en mi cabeza las neuronas espejo, es decir, cuando observo que alguien inicia una acción. Entonces se activa en mí el mismo programa motor que en el otro —reprimiendo la acción propiamente dicha— y yo puedo acabar dicha acción en mi cerebro.

Rizzolatti aventura la tesis de que la primera comunicación entre dos sujetos pudo ser «un accidente motor»: un individuo ejecutó un movimiento y en un observador no se produjo durante un breve instante la inhibición total de los programas motores. Nosotros tendemos también a tales movimientos involuntarios cuando algún acontecimiento nos absorbe. La persona observada deducía que el observador le había «entendido» por el arranque del movimiento reflejado.

Hasta aquí nos movemos en el plano de la consciencia en línea. El paso al modo fuera de línea se da en el mismo instante en que un individuo inicia de forma intencionada un movimiento con la voluntad de movilizar el concepto correspondiente en la mente del otro: el gesto se transforma en signo y el concepto correspondiente ya está disponible en cualquier momento determinado.

A favor de la hipótesis de Rizzolatti sobre el origen del lenguaje tenemos el hecho de que la zona F5 del cerebro del macaco se corresponde con el área de Broca en los humanos; es decir, con la región responsable de la producción del lenguaje. Pero también en lo concerniente a la comprensión de lenguaje encontramos paralelismos: en cada interacción mano-objeto participan, además de las neuronas F5, células cerebrales del surco temporal superior. La investigación neurológica ha comprobado que algunos primates construyen conceptos de primer orden en esa región. Además, se trata de una zona que halla su correspondiente en el área de Wernicke del cerebro humano, donde se interpreta el significado de los signos lingüísticos recibidos.

Si la hipótesis del espejo no anda desencaminada, los conceptos surgirían de la comunicación entre los humanos. Un elemento central de nuestra mente se desarrollaría a partir del uso del lenguaje. A Humboldt le alegraría oírlo.

Ludwig Jäger *es catedrático de filología alemana en la Escuela Técnica Superior de Aquisgrán.*

Artículo publicado en *Mente y cerebro* n.º 5

Para saber más

Die Sprache als Medium des Geistes. L. Jäger en *Gibt es eine Sprache hinter dem Sprechen?*, dirigido por E. König y S. Krämer. Suhrkamp, Frankfurt del Main, 2002.

Indiskrete Semantik. E. Linz. Fink, Munich, 2002.

Procesamiento cerebral del lenguaje

¿Dónde procesa nuestro cerebro los elementos del lenguaje hablado? Al parecer, acontece una activación secuencial de distintas regiones cerebrales, con una pauta temporal muy precisa

ANGELA D. FRIEDERICI

EN SÍNTESIS

Trabajo cerebral en cadena

1 Gracias a las técnicas de neuroimagen se ha podido determinar cómo el cerebro procesa los diferentes componentes del lenguaje hablado: la sintaxis, la semántica y la prosodia.

2 Al parecer, nuestro cerebro se ocupa primero de la gramática y a continuación del contenido semántico de las frases que oímos.

3 Ante frases expresadas con un matiz emocional, el cerebro de las mujeres reacciona mucho antes que el de los hombres.

«Tan» era la única sílaba que aquel hombre sabía pronunciar cuando Paul Broca (1824-1880) le examinó, hace casi un siglo y medio. «Monsieur Tan» estaba todavía en condiciones de comprender preguntas sencillas. A ellas respondía acentuando, de manera diferente en cada caso, sus «tan». A su muerte, dos años después de su relación con Broca, la autopsia reveló una grave lesión en la parte inferior del hemisferio cerebral izquierdo, a la altura de la tercera circunvolución del prosencéfalo. Ante esa observación, el neurólogo y antropólogo francés consideró dicha región la sede cerebral de la producción del lenguaje. En su honor, la llamamos área de Broca.

Andando el tiempo, en 1874, Carl Wernicke (1848-1905), neurólogo de Breslau, describió una patología de signo inverso; se trataba de pacientes que hablaban, pese a no entender el lenguaje verbal. Los afectados presentaban dañada la circunvolución superior del lóbulo temporal izquierdo. Desde entonces, a esta región cerebral se le atribuyeron las funciones de comprensión del habla.

Durante mucho tiempo, se aceptó con carácter general esta distribución de las funciones lingüísticas en las regiones de Broca y de Wernicke, respectivamente. Sin dejar de advertir que, en casi todos los diestros y más o menos en dos tercios de los zurdos, solo interviene el hemisferio cerebral izquierdo en el desempeño de las funciones mencionadas. Más tarde, algunos investigadores comenzaron a cuestionar semejante planteamiento, apoyados en estudios de sujetos con trastornos del lenguaje causados por daños cerebrales. También contradecían tal concepción admitida ciertos experimentos en los que la estimulación eléctrica provocada en diferentes regiones de la corteza cerebral se traducía en trastornos específicos del lenguaje. Poco a poco se hizo patente que el esquema de las dos áreas pecaba de una simplicidad excesiva.

Los neurolingüistas empezaron a diseñar un nuevo modelo. A tenor del mismo, las funciones del lenguaje no se reducen a unas áreas restringidas, sino que se ubican en una parte considerable de la corteza. Para tales funciones parecen incluso revestir especial relevancia regiones subcorticales; entre ellas, el tálamo posterior izquierdo. Cabe la posibilidad de que se activen redes neuronales complejas del cerebro, lo mismo en la producción que en la comprensión del habla. Dichos módulos individuales están en parte especializados en determinadas tareas; verbigracia, en la formación de verbos o en la captación de textos escritos.

THINKSTOCK / PHOTOS.COM

El desarrollo vertiginoso de las técnicas de formación de imágenes permite hoy rastrear la actividad cerebral durante la ejecución de un acto cognitivo. Con ayuda de estas nuevas técnicas hemos venido investigando, en el Instituto Max Planck de Leipzig, los puntos donde el cerebro procesa el lenguaje y el modo de participación de las distintas regiones en dichas tareas. Un modelo que describe lo que sucede en el cerebro desde la llegada de una información acústica hasta la interpretación de la expresión oída.

En nuestros experimentos nos interesaban sobre todo dos cuestiones: ¿qué áreas cerebrales procesan la sintaxis, la semántica y la prosodia (es decir, la construcción de una oración, el significado de las palabras y la melodía de la frase) del lenguaje hablado? y ¿cómo se armonizan en el tiempo los diferentes procesos parciales?

Comenzamos por la ubicación cerebral del procesamiento de la sintaxis y del relativo a la semántica. Recurrimos a la resonancia magnética funcional, un método que permite registrar la actividad neuronal durante los cambios de concentración de oxígeno en la sangre. Dispone de una buena resolución espacial de unos dos milímetros, pero es una técnica bastante imprecisa en la dimensión temporal. En nuestros experimentos medimos la actividad cerebral de los probandos mientras oían tres tipos de frases: unas correctas («Dimos de comer al ganso»), otras con errores semánticos, es decir, que contenían un significado de palabra incorrecto («Alimentamos la regla de medir»), o frases con un error sintáctico-gramatical («Alimentamos a la vaca en»).

Para averiguar cuáles son las regiones cerebrales que procesan informaciones semánticas, expusimos a los probandos, en forma secuencial, frases con sintaxis y prosodia constantes y donde solo cambiaba la semántica. La palabra «ganso» la transformamos en «regla de medir». Si se alteraba la actividad neuronal en una determinada región cerebral, posiblemente fuera esa competente en significados de palabras; el resto de los aspectos sigue, al fin y al cabo, inalterado.

Retículas especializadas

De esta manera, estudiamos si el cerebro reacciona ante informaciones semánticas de forma distinta de su comportamiento ante informaciones sintácticas. Obtuvimos el resultado siguiente: frases distintas activan, sin excepción, el área de Wernicke sobre todo, aunque en proporciones diferentes en las secciones anterior, media y posterior. La circunvolución de la parte anterior procesa

GLOSARIO

Área de Broca: Parte inferior de la tercera circunvolución del lóbulo frontal izquierdo de la corteza cerebral; participa en la producción del lenguaje.

Área de Wernicke: Circunvolución superior del lóbulo temporal izquierdo que participa en la comprensión del lenguaje.

Léxico: Conjunto de las palabras de una lengua.

Prosodia: Patrones de acentuación y de escalas de entonación —la melodía de la frase— que pueden modificar el significado literal de las palabras. Caracterizar el texto hablado discriminando, por ejemplo, si se trata de una frase enunciativa, de una interrogación o de si el hablante se siente triste o alegre.

Semántica: Los significados ligados a palabras y frases.

Sintaxis: Todas las combinaciones admisibles de las palabras que forman giros o frases, es decir, lo que comúnmente se entiende por gramática.

preferentemente la estructura de la frase, mientras que la parte central se ocupa de los significados de las palabras. Y la parte posterior parece que tiene competencias por igual en ambas funciones; puede que colabore en la armonización del significado de las palabras con su concatenación gramatical. Solo por este procedimiento puede originarse una interpretación del texto hablado.

Pero el procesamiento del lenguaje no se limita al área de Wernicke. Intervienen también, de forma muy activa, zonas adyacentes situadas en el lóbulo frontal izquierdo. Las informaciones sintácticas, por ejemplo, están activadas por el opérculo frontal, una zona que abarca el área de Broca por la superficie, si bien penetra unos dos centímetros en el interior encefálico. Determinada zona del lóbulo temporal y otra del frontal, respectivamente, procesan siempre de manera conjunta la semántica o la sintaxis, a cuyo efecto constituyen una suerte de minirretícula. El lóbulo frontal se activa solo cuando aumenta el nivel de exigencia, es decir, en casos de frases más complejas que los ejemplos mencionados más arriba.

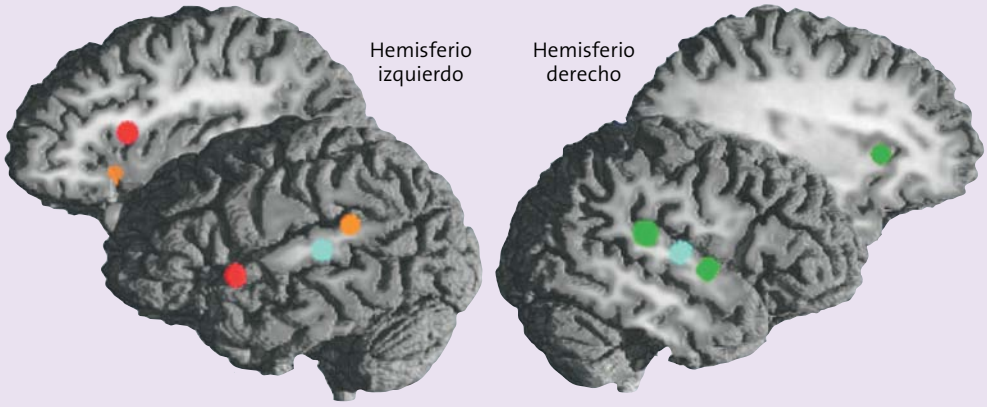
Abordamos, por último, la separación de la información prosódica de la semántica. Con ese propósito, filtramos el desarrollo de la altura de tono de una frase hablada con normalidad; para los probandos sometidos a examen mediante la técnica de resonancia magnética funcional, reprodujimos la melodía aislada de la frase como escala de sonidos. Al mismo tiempo, les hacíamos oír frases habladas en las que solo se podía reconocer una estructura sintáctica, pero ningún contenido, puesto que se trataba de seudopalabras carentes de sentido. Los experimentos arrojaron el siguiente resultado: a diferencia de lo que sucede con la sintaxis y con la semántica, aquí es ante todo el hemisferio derecho el que procesa la prosodia, es decir, la región cerebral especializada, de preferencia, en las informaciones emocionales. Para procesar el lenguaje hablado tienen, pues, que colaborar estrechamente el hemisferio izquierdo y el derecho.

¿Cuál es el decurso temporal de estos procesos? Para investigarlo, utilizamos un procedimiento más preciso, desde la óptica temporal, que la to-

Procesamiento lingüístico en cadena de montaje

Al oír una expresión, nuestro sistema cerebral de reconocimiento del habla intenta en primer lugar registrar las unidades fónicas individuales: ejecuta un análisis acústico-fonético. Después, filtra las informaciones posteriores por dos vías: los tipos de palabras son analizadas conjuntamente por secciones superficiales del lóbulo temporal en el hemisferio izquierdo y por regiones más profundas del lóbulo frontal (*en la imagen, a la izquierda*). El sistema de reconocimiento del habla decide, por ejemplo, si se halla ante un sustantivo o un verbo y capta de esta manera la estructura sintáctica.

Posteriormente, llega el turno, en este canal de procesamiento, de las informaciones semánticas o de significados. Se plantea la decisión de quién hace algo a quién. Además, el lenguaje hablado contiene las informaciones prosódicas sobre la escala de la entonación (la melodía de la frase). Esta última se procesa en un segundo canal, principalmente en el hemisferio derecho. Pero todo esto sucede de forma vertiginosa: el sistema precisa para todos estos procesos un máximo de 600 milisegundos por palabra.



CORTESÍA DE LA AUTORA

UNA COSA DETRÁS DE LA OTRA
La corteza auditiva (*azul*) analiza la composición fonética del texto oído. La sintaxis (*rojo*) y la semántica (*naranja*) se analizan en el hemisferio cerebral izquierdo; el procesamiento prosódico tiene lugar sobre todo en el hemisferio cerebral derecho (*verde*). Se ilustra un corte transversal a unos dos centímetros de profundidad tras la vista exterior de los dos hemisferios, en la parte anterior de la imagen.

mografía de espín nuclear. Registramos con el electroencefalógrafo (EEG) los potenciales cerebrales en correlación con acontecimientos. Este método suministra muchas mediciones aisladas; se visualizan así algunas oscilaciones típicas en la curva de la corriente cerebral. El trazado de la curva se modificaba de forma característica en el momento en que una frase oída contenía una palabra errónea.

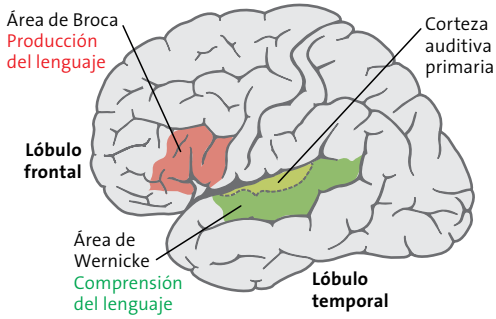
Sin embargo, no se debe obviar que el cerebro reacciona a su vez, de forma muy diferente, ante fallos semánticos y sintácticos. Cuando un concepto erróneo es difícil de procesar semánticamente, la curva del potencial cerebral se desvía 400 milisegundos después del estímulo hacia valores más negativos. Esta característica oscilación de la curva, llamada componente N400, aparece en todos los procesos de elaboración semánticos; lo hace con tanta mayor intensidad cuanto más complicada se presenta la integración de una palabra en el contexto de una frase. Por su parte, un fallo sintáctico provoca ya al cabo de 160 milisegundos una típica respuesta cerebral en la parte anterior izquierda del encéfalo: el llamado componente NTAI (negatividad temprana anterior izquierda).

Las mujeres hablan más deprisa

Nuestro cerebro procesa primero la gramática y, a continuación, el contenido semántico de una frase. Posiblemente una de las retículas entre los lóbulos frontales y temporales constituye, en primer lugar, de forma rápida y automática, una estructura sintáctica del texto oído, que se refleja en una señal NTAI. Después, otra retícula demanda contenidos semánticos que confluyan con las informaciones sintácticas (oscilaciones N400).

Pero si el mensaje no se puede interpretar inmediatamente (debido, por ejemplo, a fallos gramaticales), se desvía de nuevo la curva de corriente cerebral, unos 600 milisegundos tras el estímulo, a valores positivos. Este componente P600 revela que el cerebro vuelve a analizar lo oído a la búsqueda de una interpretación adecuada.

Ahora bien, ¿qué sucede con la prosodia? Cuando la melodía de la frase no se ajusta a la semántica o a la sintaxis, otra fuerte oscilación N400 vuelve a revelar que existe un problema de interpretación. Así, en la falsa entonación de la frase (aquí marcada por la coma) «Pedro promete, trabajar Ana». En este caso, aparece después un componente P600, una señal de que el cerebro arranca con un nuevo intento de interpretación: «Pedro promete a Ana que va a trabajar».



CORTESÍA DE LA AUTORA

DISTRIBUCIÓN DE FUNCIONES

Según el modelo clásico, de las funciones de lenguaje se encargarían solo dos centros ubicados en el hemisferio cerebral izquierdo. El área de Broca produce palabras y frases, mientras que el área de Wernicke recibe informaciones de la corteza auditiva primaria a través del lenguaje percibido acústicamente, para su posterior procesamiento.

Partiendo de los resultados de nuestros experimentos, elaboramos un modelo «de cadena de montaje» del procesamiento lingüístico. El cerebro se propone abordar los aspectos individuales, en parte secuencialmente, en parte en paralelo, e intenta formar una interpretación libre de contradicciones, como es lógico, a partir de los resultados individuales e incluso si fuera necesario probando una y otra vez.

En una serie de experimentos, les hicimos oír a nuestros probandos frases con palabras matizadas emocionalmente de forma positiva o negativa; por ejemplo, «querido» u «odiado». Estas iban acentuadas adecuada o inadecuadamente, es decir, según el caso, de forma positiva o negativa. A diferencia de los demás ensayos, nos topamos aquí con el dato de la diferencia de sexo: las mujeres reaccionan mucho antes que los varones ante las informaciones emocionales de la prosodia: a los 200 milisegundos, frente a los cerca de 750 de los hombres. Es probable que estos, al contrario que las mujeres, procesen primeramente por separado el significado de la palabra y la melodía de la frase, para establecer luego la relación entre ambas. Parece, en cambio, que, para ellas, adquiere mayor importancia la prosodia que la semántica; en caso de duda, dominaría la primera. ¿Hubiera podido monsieur Tan hacerse comprender mejor ante las mujeres que ante los hombres? Tal vez.

Angela Friederici *dirige el Instituto Max Planck de Investigación Neurofisiológica de Leipzig.*

Artículo publicado en *Mente y cerebro* n.º 5

Para saber más

Neurokognition der Sprache. G. Fleming, G. Rickheit y H. M. Müller. Stauffenburg Verlag, Tubinga, 2002.

Adiós al principio modular del lenguaje

Los neurólogos tenían por seguro que el cerebro procesaba la gramática y la semántica de modo distinto. Hoy, el modelo se tambalea

INA BORNKESSEL-SCHLESEWSKY Y MATTHIAS SCHLESEWSKY

EN SÍNTESIS

Sentido y forma

1 Durante largo tiempo se sostuvo que el proceso lingüístico neuronal separaba sintaxis y gramática. En las electroencefalografías, los potenciales relacionados con los eventos (PRE) ante un quebrantamiento de la norma gramatical se relacionaban con una actividad cerebral aislada.

2 Desde un punto de vista lingüístico, en los PRE no se muestra una clara separación entre la información gramatical y la portadora del significado.

3 Los resultados sacuden el modelo de análisis del lenguaje hasta ahora vigente. Parece que el cerebro no distingue entre gramática y significado.

Desde siempre, la neurolingüística se ha centrado en los errores. Ello no sorprende, si se tiene en cuenta que dicha disciplina científica trata de esclarecer la relación entre dos sistemas de alta complejidad, a saber, el lenguaje y el cerebro. Se conoce que uno proviene del otro, mas su funcionamiento resulta todavía un misterio.

Existen falsas creencias ampliamente extendidas. Una de ellas pone sobre la mesa la suposición de que en el cerebro se hallan centros lingüísticos que dependen de la función de determinadas áreas del lóbulo frontal. Tal idea se remonta a Franz Josef Gall (1758-1828), fundador de la frenología. Según cuenta una anécdota ampliamente divulgada, uno de sus estudiantes no solo despuntaba de entre el resto de los alumnos por su extraordinaria memoria verbal, sino también por... sus prominentes ojos.

Tal y como hoy sabemos, esto último estaría provocado por una enfermedad de las glándulas tiroides. Sin embargo Gall suponía que ambos fenómenos estaban relacionados: la capacidad de reconocer palabras y memorizarlas debía encontrarse en el lóbulo frontal. En consecuencia, cuanto más talentosa fuese una persona, más voluminosa sería la región cerebral correspondiente. Con ello, la falta de espacio empujaría los ojos hacia el exterior del cráneo.

La suposición del anatomista y fisiólogo sobre un centro lingüístico en el lóbulo frontal chocó con la opinión de muchos contemporáneos y seguidores, entre ellos, el médico y antropólogo Pierre Paul Broca (1824-1880), quien pone nombre al área de Broca. Con todo, esa suposición todavía hoy se encuentra en los manuales de neurología, e incluso célebres investigadores, como el lingüista Yosef Grodzinsky, de la Universidad McGill en Montreal, o el neurocientífico Kuniyoshi Sakai, de la Universidad de Tokio, la defienden. No obstante, una y otra vez han ido apareciendo eminentes adversarios de la teoría de la localización cerebral. Basándose en trabajos propios, Sigmund Freud (1856-1939), en el libro que publicó en 1891, *La afasia*, se opuso de manera vehemente a esa suposición. Por desgracia, sus argumentos se diluyeron sin ser escuchados, o fueron desprestigiados en

DREAMSTIME / OLGA POPOVA

CUESTIÓN DE ORDEN
¿Cada aspecto del lenguaje se halla en el cerebro tan bien clasificado como en un juego de construcción modular? Hoy en día se sabe que nuestro encéfalo trabaja de un modo flexible.

debates posteriores, siempre en el contexto del pensamiento psicoanalítico.

Punto de vista tradicional

De dicha perspectiva de localización cerebral surgió una idea que se mantuvo de manera pertinaz y que ha sido defendida desde hace unos sesenta años: la gramática se distingue, de modo fisiológico cerebral, de otros aspectos del lenguaje. Ese enfoque, en su día innovador, hoy por hoy se antoja anticuado. Sin embargo, los resultados de las primeras investigaciones sí apuntaban hacia procesos cerebrales separados para la construcción de frases y significado. Sin embargo, los nuevos hallazgos han hecho tambalear cada vez más tal hipótesis, hasta el punto de que en la actualidad renunciamos al modelo tradicional.

Como centroeuropeos, acostumbramos a dividir el lenguaje en partes aisladas y bien definidas. Distinguimos la gramática del significado, del vocabulario y de la pronunciación. El principio de construcción modular nace de la gramática tradicional grecorromana, la cual hace ya 2000 años diferenciaba entre la enseñanza de la construcción de frases (sintaxis) y la enseñanza del significado lingüístico (semántica). Tal diferenciación se corresponde con nuestra intuición. Mientras que ante la frase «El niño van a la escuela andando» no dudamos en que contiene un error gramatical, la oración «Al niño le encanta comer faldas verdes» nos resulta gramaticalmente correcta, mas carece de sentido. Parece lógico, pues, observar la gramática como un elemento distinto de otros aspectos del lenguaje. Ello podría esclarecer también su reputación de «aburrida» y «difícil».

La neurociencia moderna partió, durante largo tiempo, de la idea de que el cerebro humano seguía el principio de construcción modular en el manejo del lenguaje. Tal supuesto se basaba en la observación de que la ruptura de significado provocaba una reacción cerebral distinta a la que se producía ante las oraciones gramaticalmente mal construidas.

En 1980, los neurocientíficos Marta Kutas y Steven Hillyard, de la Universidad de California en San Diego, describieron que oraciones inesperadas como «Él untaba el pan recién hecho con calcetines» (*He spread the warm bread with*

La función variable del área de Broca

La falta de precisión en la clasificación de determinadas actividades cerebrales en ámbitos lingüísticos aislados, descrita por los autores, la encontramos ejemplificada en el área de Broca: si bien al principio se consideraba el lugar de la producción del lenguaje, más tarde pasó a ser la central gramatical del cerebro, hasta que llegó a pensarse que tan solo era responsable de operaciones gramaticales concretas (modelo gramatical de Noam Chomsky). Según han ido emergiendo resultados contradictorios, los investigadores han tratado de reinterpretar, conforme a la teoría de la localización clásica, el ámbito de acción de la región de Broca.

Los datos actuales sobre los cambios de activación en dicha área cerebral parecen indicar que no se halla implicada en una función lingüística específica, sino que contribuye al control cognitivo general. De igual modo sucede con otras regiones del cerebro, entre ellas, el área de Wernicke, responsable de distintos fenómenos que abarcan el ámbito lingüístico.

socks) producían una señal concreta, la N400, en la actividad cerebral de los probandos. En cambio, ante las faltas gramaticales, el cerebro responde de manera diferente. En 1993, un equipo de neurocientíficos, al mando de Peter Hagoort, del Instituto Max Planck de psicolingüística en la ciudad neerlandesa de Nimwegen, observaron que se producía un efecto P600. La clara diferencia en las reacciones electrofisiológicas parece que remite a una separación neuronal entre la forma (gramática/sintaxis) y el significado (semántica). Tales observaciones fisiológico-cerebrales dieron la razón a los lingüistas, quienes en los años ochenta y noventa todavía se encontraban muy orientados hacia la perspectiva gramatical dominada por la sintaxis del lingüista Noam Chomsky. Según esta, el sentido de una frase resultaba de la gramática. Un hablante español, por ejemplo, deduce de la oración «El joven caza el oso» que «el joven» es el único que tiene un comportamiento activo al ser el sujeto de la frase. De acuerdo con ello, la sintaxis también puede conllevar significado, en tanto que reparte los roles en la frase. La reacción cerebral específica que se produce ante discrepancias gramaticales parece confirmar tal hipótesis.

Hasta 2003 se entendieron cerebro y lenguaje bajo dicho modelo. Fue en ese año cuando el equipo del neuropsicólogo Herman Kolk, de la Universidad de Nimwegen, y la psiquiatra Gina Kuperberg, del hospital general de Massachusetts en Boston, registraron, cada uno por su lado, una reacción cerebral sorprendente en sus respectivos probandos. Las oraciones que utilizaron en sus investigaciones eran del tipo «El pastel cuece al pastelero».

Estará de acuerdo el lector con que la frase planteada presenta tan poco significado como los ejemplos anteriores en los que se untaba el pan con calcetines o se comían faldas verdes. Pero existe una diferencia. Mientras que en los ejemplos de los calcetines y las faldas verdes las oraciones están formadas por sustantivos que no casan con las acciones que se mencionan (los calcetines no son ninguna guarnición del pan, ni las faldas se pueden comer), en el nuevo caso se trata de un acontecimiento culinario con dos posibles participantes: un pastel y un pastelero. Ahora bien, nuestros conocimientos generales contradicen la información que nos proporciona la gramática; la construcción de la frase es correcta, pero nos encontramos ante una situación sin sentido (a no ser que aparezca en un cuento o una película de dibujos animados).

Test de oraciones erróneas

¿Cómo reacciona el cerebro ante ello? Un significado inesperado o incorrecto debería producir un efecto eléctrico cerebral N400. En vez de eso, tanto Kolk y sus colaboradores neerlandeses como el equipo de Kuperberg encontraron un efecto P600, es decir, la señal que se reservaba para la gramática y no debía reflejar el significado. Este «P600 semántico» parecía desmoronar todo lo que se creía saber hasta el momento sobre la relación entre lenguaje y cerebro, entre sintaxis y semántica. La conclusión fue revolucionaria: el cerebro, ante información lingüística compleja, toma en consideración la propia experiencia para combinar las palabras y, con ello, ignorar la gramática.

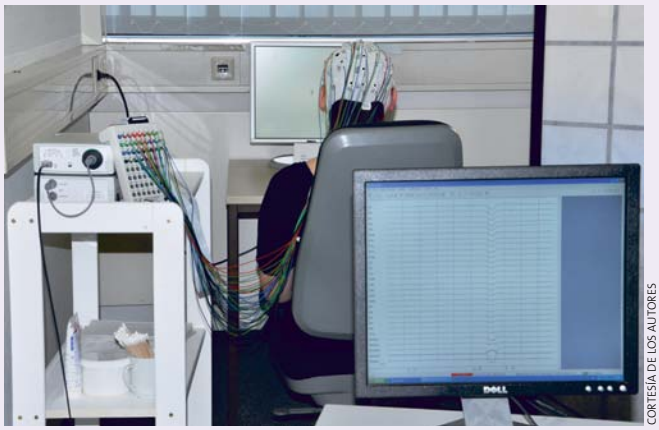
De ese modo, de los elementos «pastel», «cocer» y «pastelero» se crean, en primer lugar, oraciones como «El pastelero cuece el pastel» o «El pastel es cocido por el pastelero». En un segundo paso, el cerebro reconoce que la forma en cuestión («El pastel cuece al pastelero») no corresponde a ese significado; se produce un acto fallido gramatical, que se traduce en un P600. Ello se contradice con la perspectiva sintáctica defendida por Chomsky.

Pese a que el nuevo enfoque explicativo argumenta en contra del modelo tradicional gramati-

Potenciales relacionados con los eventos

Mediante un electroencefalograma (EEG) y con ayuda de los potenciales relacionados con los eventos (PRE) pueden registrarse las reacciones cerebrales ante estímulos del entorno inesperados. La medición se basa en el cambio del campo eléctrico en la superficie del cráneo, que vuelve a retroceder según la actividad en el cerebro. Esta última consiste en el intercambio de información entre conexiones neuronales, característica natural del cerebro.

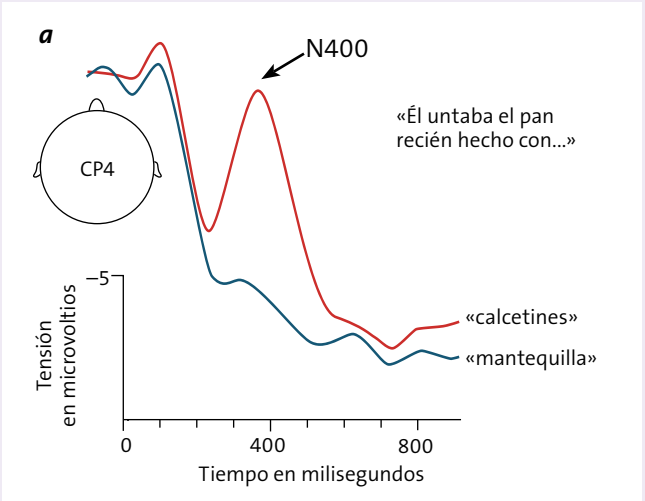
La actividad normal, no alterada, es constante y aleatoria. Un estímulo inesperado provoca, por el contrario, un cambio potencial temporal y espacial específico en la superficie craneal. Ese tipo de componentes se clasifican según la desviación potencial, el punto temporal donde aparece, así como la ubicación de la alteración del potencial en la superficie craneal: si 400 milisegundos después del estímulo el EEG muestra una desviación negativa del potencial, el PRE se calificará como N400 (*a*). Del mismo modo, una señal P600 significa una desviación positiva de las ondas cerebrales después de 600 milisegundos (*b*).

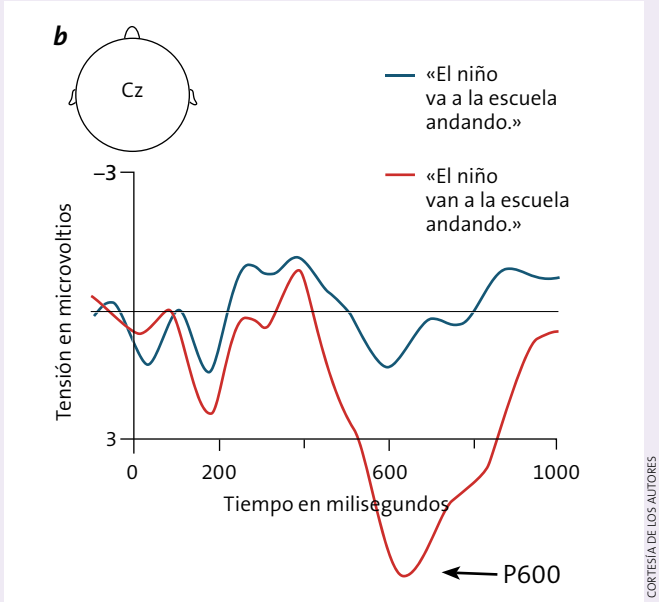


CORTESÍA DE LOS AUTORES

UN VISTAZO EN EL LABORATORIO LINGÜÍSTICO
Con la ayuda de electrodos dispuestos en el cuero cabelludo de un sujeto pueden medirse las ondas cerebrales. El individuo lee palabras o frases que aparecen en una pantalla de ordenador. En primer plano, el monitor muestra las mediciones de la EEG.

SEÑALES CEREBRALES REVELADORAS
Los estímulos inesperados se manifiestan en un encefalograma en forma de potenciales relacionados con los eventos. De ese modo, 400 milisegundos después de oír o leer una palabra sin sentido en una frase, aparece una desviación negativa de la curva de las ondas cerebrales N400 (*a*). Un error gramatical, por el contrario, puede suscitar un P600; una elongación positiva que alcanzará su máximo después de 600 milisegundos (*b*). La tensión negativa se representará, según la convención del sistema de coordenadas, hacia arriba. La representación esquemática de las cabezas arriba a la izquierda muestra la ubicación del electrodo medidor sobre la superficie craneal; Cz describe la posición central en mitad de la coronilla; CP4 muestra una posición sobre la corteza parietal. Los investigadores todavía no acaban de comprender qué procesos fisiológicos se encuentran tras estos resultados positivos o negativos. Las diferencias de polaridad medidas, sin embargo, remiten a procesos neuronales distintos. La elongación de la actividad cerebral no tiene por qué acontecer justo en ese momento. Dicho de otro modo, la variación del potencial eléctrico que provoca puede aparecer con cierto retraso.





CORTESÍA DE LOS AUTORES

cal, no renuncia de plano a las categorías lingüísticas. El componente electrofisiológico P600 todavía se considera un indicador de un problema gramatical, empero ahora ese problema no concierne *solo* a la gramática, también puede extenderse al significado de una oración.

Diversidad lingüística universal

¿Qué pasaría si se renunciara por completo a la fina división entre las diferentes categorías lingüísticas? Una mirada a los más de 6000 idiomas que se hablan en el mundo permite abordar la cuestión. Detengámonos en el siguiente ejemplo: en fore, un idioma que se habla en el este de Papúa Nueva Guinea, la interpretación de una frase se determina por el grado de «vida» de quien realiza la acción. La gradación va desde las personas, que ocupan la primera posición, pasando por los seres vivos no humanos, que se encuentran en la mitad, hasta los objetos inanimados, que ocupan la parte inferior. Si un nativo de fore escucha una frase en la que aparecen una persona y un animal («hombre», «cerdo» y «matar», por ejemplo), con independencia del orden de aparición, interpretará el concepto «hombre» como el autor de la acción («El hombre mata al cerdo»).

Esa no es la única interpretación plausible; mucho menos si se piensa en un animal salvaje. Por lo tanto, en fore, la jerarquía de «vida» asume el papel que los ciudadanos de lenguas europeas (español, alemán o inglés, entre otras) adjudican a la gramática; como información semántica dispone el modo en que se entenderá la frase. Resultados semejantes se han registrado en otras lenguas.

Después de lo dicho, parece que deberíamos transformar nuestra visión del lenguaje y de su construcción. El cerebro humano puede concebir por caminos muy diversos oraciones con sentido. Al fin y al cabo, un encéfalo con una misma estructura es capaz de comprender los más de 6000 idiomas. Por consiguiente, un modelo neurolingüístico plausible debería explicar por qué nuestro cerebro puede manejar el inglés, el español, el alemán o incluso el fore.

Para ello hay que renunciar al principio de construcción modular hasta ahora asumido, de manera que se atribuya a la información gramatical y semántica la misma importancia. El encéfalo no realiza ninguna distinción clara entre sintaxis y semántica; las reacciones cerebrales como N400 y P600 tampoco son indicadores de los supuestos módulos lingüísticos.

Retornamos al problema del «P600 semántico» y a su interpretación. Tal y como demostramos en un estudio de 2011, el quebrantamiento de las reglas lingüísticas en las que aparecen dos posibles sujetos de la acción no sigue el mismo patrón descrito en todos los idiomas. En el caso del español, el alemán, el turco y el chino, en el lugar de un P600 aparece un N400, es decir, los elementos que conocemos de los ejemplos de los «calcetines» y las «faldas».

Más interesante si cabe se muestra el islandés. Como si de un interruptor se tratara, en dicho idioma pueden observarse ambos patrones. Oraciones como «El pastel cuece al pastelero» suscitan un P600 cuando el significado de la frase deriva estrictamente del orden en el que aparecen los elementos dentro de la oración. Ese amor por la secuencia se encuentra arraigado de forma notable en la lengua inglesa. La frase *John loves Mary* solo puede significar que John es quien ama y Mary es la amada. Por lo tanto, la posición lineal de la frase establece los roles.

Otros idiomas como el español, el alemán, el turco o el chino gozan de mayor flexibilidad. La posición lineal de las partes de la oración no determina el significado («El pastel, cuece el pastelero»).

De esas observaciones derivan dos conclusiones: por un lado, debemos encontrar correlaciones neuronales específicas para categorías lingüísticas determinadas; solución que se ha mostrado fallida. Por otro, la variación de las reacciones neurofisiológicas ante quebrantamientos de la normativa lingüística indica que las características específicas de cada idioma poseen un significado mayor que el que los neurocientíficos, hasta ahora, creían. Ambas observaciones señalan en la misma dirección: la distinción clásica entre gramática y significado resulta, desde el punto de vista neuronal, insostenible.

Para saber más

Structure and limited capacity in verbal working memory: A study with event-related potencials. H. H. J. Kolk et al. en *Brain and Language*, vol. 85, págs. 1-36, 2003.

Electrophysiological distinctions in processing conceptual relationships within simple sentences. G. R. Kuperberg et al. en *Cognitive Brain Research*, vol. 17, págs 117-129, 2003.

Processing syntax and morphology. A neurocognitive perspective. I. Bornkessel-Schlesewsky y M. Schlesewsky. Oxford University Press, Oxford, 2009.

Think globally: Cross-linguistic variation in electrophysical activity during sentence comprehension. I. Bornkessel-Schlesewsky et al. en *Brain and Language*, vol. 117, págs. 133-152, 2011.

Ina Bornkessel-Schlesewsky *es profesora de neurolingüística en la Universidad de Australia del Sur.* ***Matthias Schlesewsky*** *es profesor de lingüística general en la Universidad Johannes Gutenberg de Maguncia.*

Artículo publicado en *Mente y cerebro* n.º 53

Descubrimiento del área de Broca

El hallazgo de la región cerebral del lenguaje suscitó una violenta polémica: ¿cómo concebir que una persona pueda perder el uso de la palabra, sin merma de su inteligencia?

SERGE NICOLAS

En el siglo XIX, las observaciones de ciertos médicos plantearon una aporía filosófica: ¿cómo puede seguir siendo inteligente una persona que pierde el uso del lenguaje articulado? Se hallaba muy arraigada la idea de que el pensamiento dependía del habla. El principal artífice de tamaña revolución intelectual fue Paul Broca (1824-1880), cuyo nombre permanece asociado a una de las afasias más conocidas, un trastorno del lenguaje subsiguiente a una disfunción cerebral. Broca sería el primero en demostrar que el uso del lenguaje dependía de la integridad de determinada zona del hemisferio izquierdo del cerebro.

Suele creerse que los grandes descubrimientos son el fruto de un golpe de genialidad de un hombre excepcional. Se olvida la labor de muchos otros que ha preparado el camino que posibilitó tales descubrimientos. El hallazgo de Broca se nutre, indiscutiblemente, de los escritos de Franz Joseph Gall (1758-1828) y de Jean-Baptiste Bouillaud (1796-1881).

En el segundo decenio del siglo XIX, Gall, frenólogo vienés, asoció un órgano particular a lo que él llamaba el sentido del lenguaje y del habla; lo situó en la parte anterior del cerebro. Así, aunque Gall tenía la intuición —correcta— de que el cerebro estaba formado por zonas funcionales (área del lenguaje, de la vista, etcétera) se equivocaba al identificar en la corteza cerebral unos «órganos» que controlarían la autoestima, el amor conyugal, la benevolencia o la percepción de las leyes de la armonía.

Para proponer esta localización de las funciones cerebrales, se apoyó en la observación de un soldado que le había enviado Jean Larrey (1766-1842), cirujano de los ejércitos de Napoleón. Tras un ataque de apoplejía, el soldado del barón Larrey era incapaz de expresar con un lenguaje articulado sus sentimientos y sus ideas, sin que su inteligencia pareciera resentirse. También era incapaz de articular una palabra que le hicieran repetir, aunque después de unos instantes la pronunciaba involuntariamente. En su desazón, se señalaba con el dedo la parte inferior de la frente con la intención de indicar que de ahí provenía su impotencia para hablar. Sin embargo, Gall no logró recopilar un número suficiente de observaciones clínicas precisas para demostrar su hipótesis. Pese a sus limitaciones, la doctrina frenológica de Gall tuvo mucho éxito en su día.

Un decenio después, en los años veinte, Jean-Baptiste Bouillaud desarrolló un método nuevo, «anatómico-clínico», para apoyar la teoría de Gall. En ese contexto, el 21 de febrero de 1825 da lectura a un trabajo de investigación en la Real Academia de Medicina con un título muy explícito: *Recherches cliniques propres à démontrer que la perte de la parole correspond à la lésion des lobules antérieurs du cerveau, et à confirmer l'opinion de M. Gall, sur le siège de l'organe du langage articulé* («Investigaciones clínicas aptas para demostrar que la pérdida de la palabra corresponde a la lesión de los lóbulos anteriores del cerebro y para confirmar la opinión del Sr. Gall acerca de la sede del órgano del lenguaje articulado»).

Según Bouillaud, si los lóbulos frontales son responsables de las expresiones del habla, debemos observar que, cuando los lóbulos frontales están dañados, el habla queda perturbada y, cuando los lóbulos frontales se hallan intactos, el habla

EN SÍNTESIS

Hallazgo discutido

1 El hallazgo del Paul Broca, que relaciona el área del hemisferio izquierdo que lleva hoy su apellido con el lenguaje, se nutrió de los escritos de Franz Joseph Gall y de Jean Baptiste Bouillaud.

2 Aunque Broca se mostró siempre contrario a la frenología, reconoció a Gall el mérito de promover el principio de las localizaciones cerebrales.

3 Lejos de obtener el beneplácito inmediato por parte de la comunidad científica, Broca tuvo que demostrar su hipótesis con diversos estudios anatómicos, además de afrontar algunas controversias, entre ellas, la autoría del descubrimiento del área del lenguaje.

también lo está. Siguiendo este supuesto, describió algunos casos que verificaban sus hipótesis. No hay duda de que Gall, que vivía en París desde 1807, tuvo acceso a los primeros descubrimientos de Bouillaud en favor de sus tesis frenológicas, pero ignoramos cuál fue su reacción al conocerlos.

Sin embargo, la memoria de Bouillaud recibió duras críticas. Algunos científicos replicaban con casos patológicos que desmentían su tesis. Espoleado por las críticas, Bouillaud decidió contraatacar con una nueva memoria, que leyó el 29 de octubre de 1839 en la Academia de Medicina y en la que aportaba 13 nuevos casos en favor de su doctrina y que ponía en entredicho los trabajos de sus adversarios. Las críticas que desencadenó su tesis se endurecerán.

Jean Cruveilhier (1791-1874) afirmaba que, contrariamente a lo que sostenía Bouillaud, la pérdida de la facultad del lenguaje articulado se manifiesta cada vez que la masa cerebral sufre una lesión extensa, con independencia de cualquiera que sea su sede: los lóbulos frontales, los lóbulos posteriores, etcétera. Según subrayaba, si se demostrara que una sola de las facultades afectivas e intelectuales del hombre tenía una sede especial en el cerebro, los frenólogos estarían en su derecho de concluir que las demás facultades poseen, igualmente, su asentamiento local y, por consiguiente, el derecho de buscarlo.

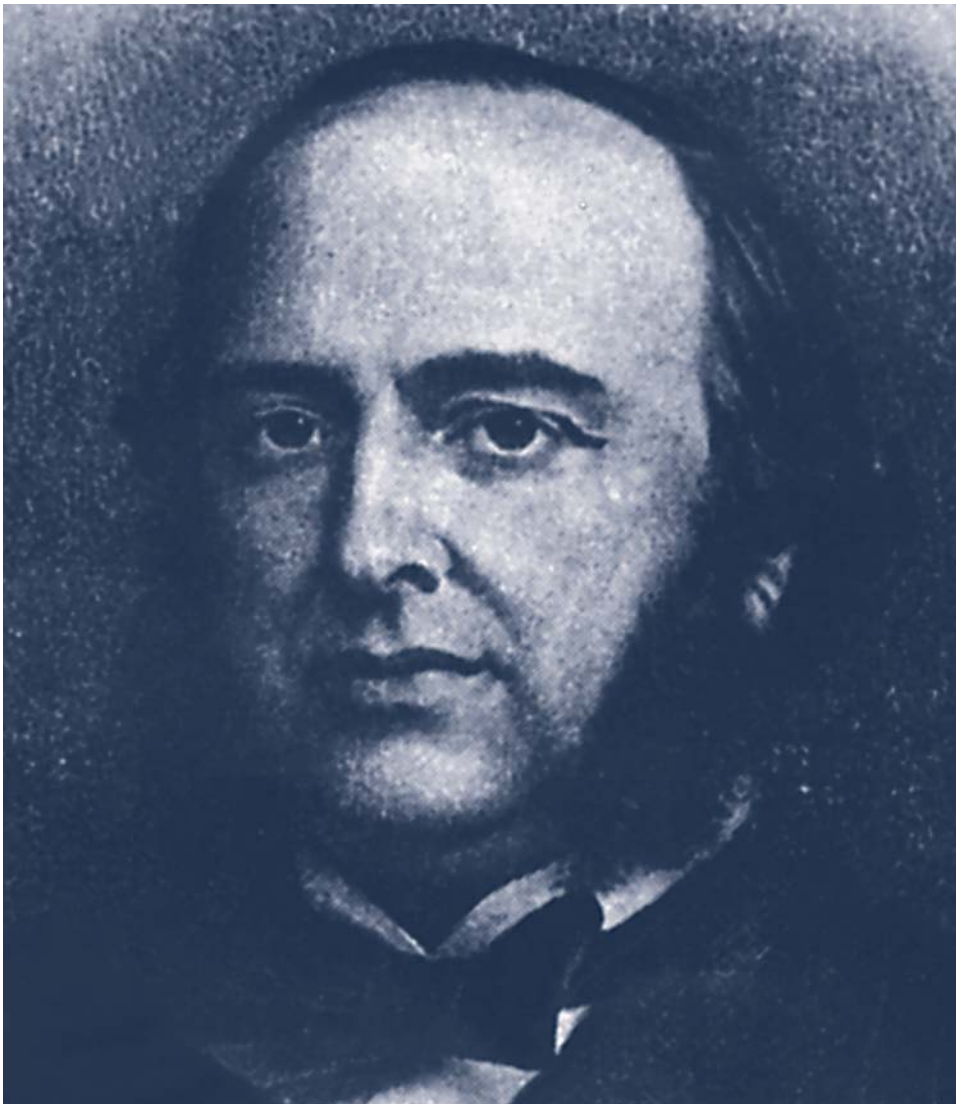
Las investigaciones de Bouillaud hacían temer una vuelta a la frenología. En 1848, este médico aportó observaciones novedosas, las cuales confirmaban que la facultad del lenguaje se alojaba en los lóbulos frontales del cerebro. No obstante, sus teorías seguían sin convencer.

Un observador prudente

En 1861, Bouillaud ya había cumplido 65 años y llevaba treinta enseñando clínica médica. Era reconocido por su talento, que le mereció honores académicos. Por esa época, Paul Broca (1824-1888), nacido en Sainte-Foy-la-Grande en Gironde y de confesión protestante, contaba con 37 años de edad. Había estudiado medicina en París en 1841, se había doctorado en 1849 y ejerció de cirujano a lo largo del decenio siguiente. Fue secretario de la Sociedad de Antropología de París, la cual había fundado dos años antes y, el primero de enero de 1861, se convirtió en jefe del servicio de cirugía en el Hospicio de Bicêtre.

A lo largo de la sesión del 20 de diciembre de 1860 en la Sociedad de Antropología de París, Louis Pierre Gratiolet (1815-1865) mostró el cráneo de un indio totonaca del golfo de México. Los parietales del cráneo eran muy prominentes, la frente muy estrecha y un poco elevada, de suerte que la parte frontal de los lóbulos cerebrales se encontraba poco desarrollada. Lo que no obstaba para que la capacidad de la caja craneana resultase equiparable a la de los blancos. Gratiolet deducía que no existía ninguna relación entre el desarrollo de la inteligencia y la masa cerebral. Evocando la pequeña capacidad craneana de Descartes, sostuvo que, en el cerebro, lo importante era la forma y no el volumen.

Durante la sesión del 1 de febrero de 1861, Ernest Auburtin (1825-1895), yerno de Bouillaud, subrayó que las diferentes partes de los lóbulos cerebrales no cumplían las mismas funciones y que las funciones cerebrales superiores guardaban relación con el desarrollo de los lóbulos frontales. Aunque se hallaba presente en el debate,



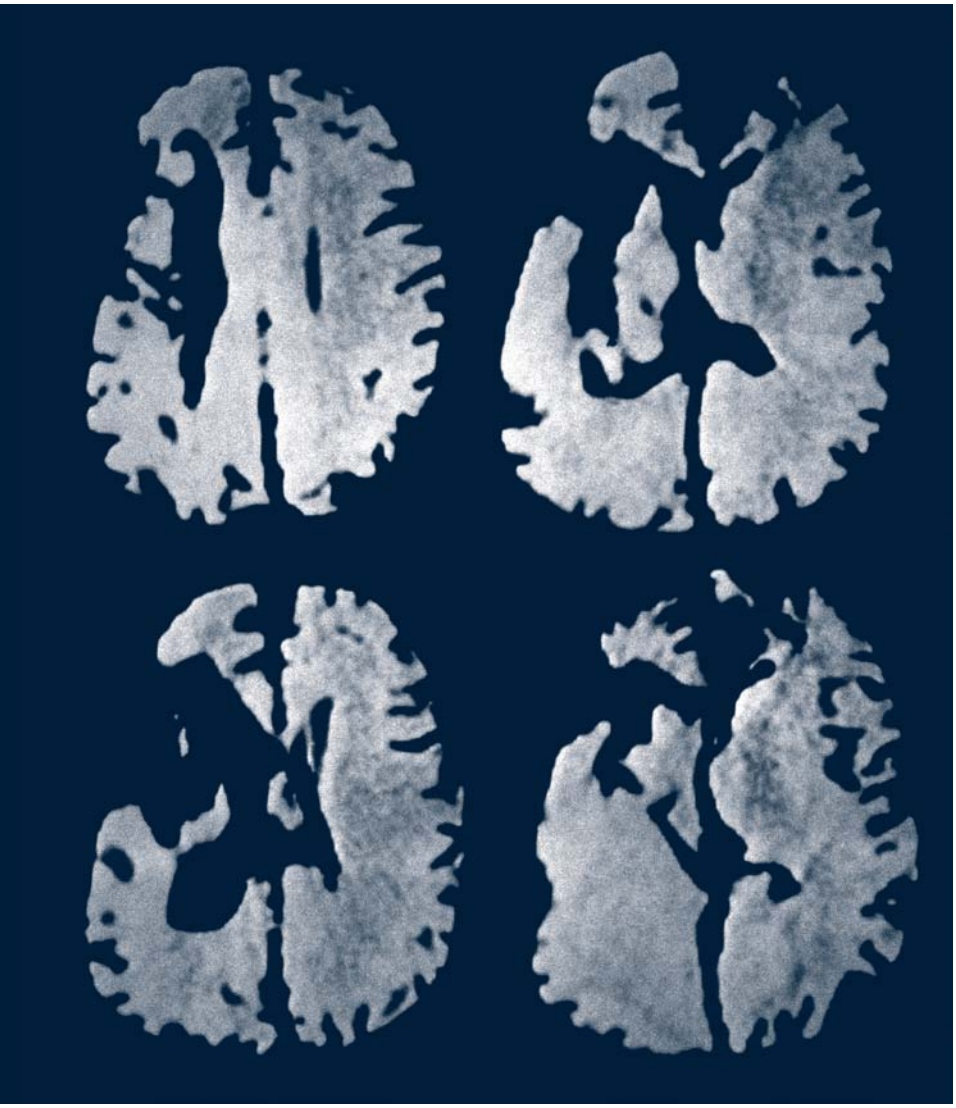
MUSEO DUPUYTREN

HEMISFERIO IZQUIERDO DAÑADO
Paul Broca (*izquierda*) estudió el cerebro enfermo de un hombre incapaz de hablar. Las secciones cerebrales escanografiadas del paciente afásico revelan las lesiones (*zonas negras del hemisferio izquierdo*) responsables del trastorno.

Broca no participó de la discusión. Esperó a estar más ampliamente informado para intervenir.

Fue en la sesión del 21 de marzo de 1861 cuando contestó a las dos proposiciones de Gratiolet expuestas en las sesiones precedentes, a saber: la primera, que el volumen del encéfalo carecía de trascendencia y que era la forma y no la masa cerebral la que guardaba relación con la inteligencia; la segunda, que el cerebro, en cuanto órgano del pensamiento, era uno, como el pensamiento mismo, y las diversas partes que lo componen no tenían atribuciones específicas que se correspondiesen con las distintas facultades intelectuales.

Broca se defendía de toda filiación directa e intelectual con la frenología. Mas, a pesar de todo, reconocía a Gall el mérito de haber promovido el principio de las localizaciones cerebrales. Se preguntaba cómo proceder a la investigación de tales sedes cerebrales. Afirmaba que la observación de los casos patológicos, completada por la autopsia, permitía descubrir los emplazamientos específicos y señalaba una condición expresa para llegar a ello: que en el futuro, los investigadores se mostrasen dispuestos a designar, mediante denominaciones anatómicas regulares, las circunvoluciones enfermas, en vez de indicar vagamente, como en el pasado, el foco de las lesiones en una u otra región del cerebro. De todas las facultades, la más fácil de demostrar su ausencia era la del lenguaje articulado.



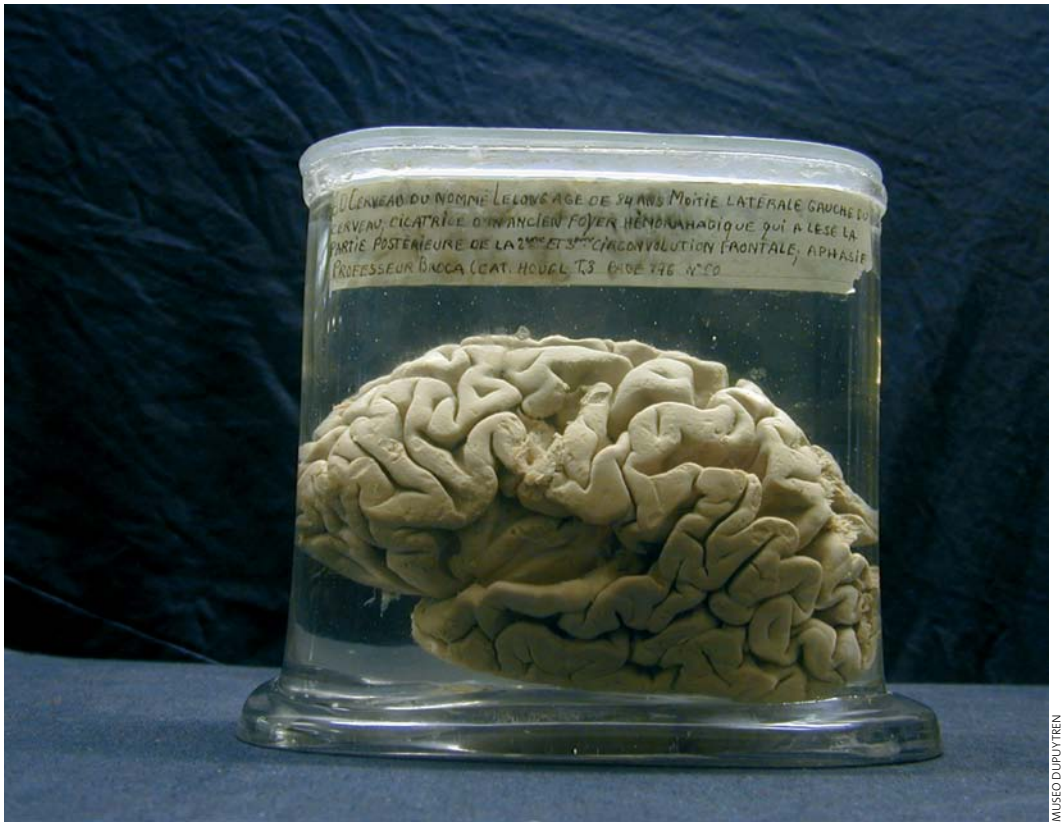
Por una extraña coincidencia, algunos días más tarde, el 11 de abril de 1861, llegó a la sala de cirugía donde operaba Broca un hombre de 51 años apellidado Leborgne, incapaz de hablar. Sabía que este enfermo era susceptible de proporcionar, en caso de autopsia, una verificación de la cuestión de las localizaciones, teoría que centraba el debate de entonces. Leborgne murió unos días más tarde. Practicada la autopsia, los resultados fueron presentados el 18 de abril de 1861 en la Sociedad de Antropología de París a través de una comunicación titulada *Perte de la parole, ramollissement chronique et destruction partielle du lobe antérieur gauche du cerveau* («Pérdida de la palabra, reblandecimiento crónico y destrucción parcial del lóbulo anterior izquierdo del cerebro») .

Pruebas anatómicas a su favor

Broca presentó el cerebro de Leborgne que había perdido la facultad del habla a los 21 años. Solo podía pronunciar una sílaba, que acostumbraba repetir dos veces seguidas. Sea cual fuere la pregunta que se le hiciera, respondía siempre «tan tan», acompañado de gestos expresivos diversos. El nombre de Tan terminó quedándose. Cuando se enfadaba, enriquecía su vocabulario con el juramento «Por Dios bendito». Sin embargo, parece que esta presentación de Broca no alcanzó en su momento una resonancia especial.

En respuesta a esa comunicación, la discusión sobre el volumen y la forma del cerebro continuó presente en la Sociedad de Antropología hasta el 20 de junio; Broca en ningún momento mencionó el caso Leborgne en los debates. Denominó afemia a esta particular abolición del lenguaje articulado, que no era consecuencia ni de la falta de inteligencia ni de la parálisis de los músculos de la articulación.

El examen post mórtem del cerebro de Tan permitió a Broca no solo confirmar las con-



MUSEO DUPUYTREN

CEREBRO REVELADOR
«Cerebro del mencionado Lelong de 84 años. Mitad lateral izquierda del cerebro. Cicatriz de un antiguo foco hemorrágico que lesionó la parte posterior de la 2ª y 3ª circunvolución frontal; afasia. Profesor Broca (cat. Houel T3, página 276, n.º 50).» Estas indicaciones aparecen en el frasco que contiene el cerebro con el que Broca demostró el área cerebral responsable del lenguaje articulado.

clusiones de Bouillaud sobre la función de las lesiones frontales, sino también, gracias a sus conocimientos anatómicos, precisar la parte de ese lóbulo en la que se asienta la facultad del lenguaje articulado.

Era la porción posterior del lóbulo frontal la que estaba más dañada, mientras que la porción orbital permanecía intacta. Hasta entonces, y siguiendo a Gall, se había propuesto la destrucción de esta última región. Consciente de la importancia de tales comprobaciones anatómicas, Broca se mantuvo prudente, a pesar de que consideraba muy probable la localización de una facultad particular en un lóbulo determinado.

Mantuvo esa prudencia al publicar a finales del mismo año, en *Bulletins de la Société d´anatomie,* el caso anatómico-clínico de Lelong, una nueva observación de afemia producida por una lesión en la mitad posterior de la segunda y tercera circunvoluciones frontales izquierdas. En este artículo registró su sensación de sorpresa: «No ocultaré, pues, que experimenté un sentimiento de asombro cercano a la estupefacción cuando descubrí que, en mi segundo enfermo, la lesión ocupaba rigurosamente el mismo lugar que en el primero». Sin embargo, Broca parecía atormentado con el sistema de Gall ya que, aunque los dos casos que observó ese año de 1861 sugerían estar a su favor, como su clarividencia le desvía de la frenología, él continúa con la duda.

Los trabajos que publicó Broca en 1861 llamaron tanto la atención de los observadores sobre la cuestión de los trastornos durante una afemia, que las autopsias se sucedieron en los hospitales de París. Broca, quien examinó todos estos casos, observó que la lesión ocupaba siempre el tercio posterior de la tercera circunvolución frontal izquierda. Jean-Martin Charcot (1825-1893) reunió, en cambio, datos que le contradecían.

El 17 de junio de 1863 Charcot publicó una carta al director de la *Gazette hebdomadaire de médecine et de chirurgie,* donde explicaba el caso de una paciente afémica sin alteración notable de la tercera circunvolución frontal izquierda. Ante la sorpresa, Broca, cuya convicción en favor de la tercera circunvolución frontal izquierda era muy reciente, dudó y aceptó la observación de Charcot opuesta a su propia hipótesis sobre la sede de la facultad del lenguaje articulado.

Sin embargo, reclamó observaciones de más cerebros, pues en patología, y sobre todo en patología cerebral, no hay regla sin excepción. Las observaciones en favor de las concepciones de

Broca se multiplicaron. Al tomar la palabra en la Sociedad de Cirugía el 24 de febrero de 1864 afirmó: «Los resultados de las autopsias me han llevado a considerar que es en la parte posterior de la tercera circunvolución frontal donde se alojan, casi exclusivamente, los trastornos de la afemia». Así, en 1865, presentó sobre bases sólidas la realidad de la preeminencia del hemisferio izquierdo en la función del lenguaje. Esta afirmación se produjo en el contexto de una controversia: ¿quién ha sido el primero en localizar la ubicación del área del lenguaje articulado, Marc Dax (1770-1837), del departamento de Gard en Sommières, o Broca?

Una cuestión de prioridad

Parece que Dax ya había presentado al Congreso meridional de Montpellier, en julio de 1836, una comunicación donde sostenía que la pérdida de los signos del pensamiento dependía de las lesiones del hemisferio izquierdo. Dicha comunicación, si es que se leyó, no tuvo ninguna repercusión ni fue jamás publicada. En cualquier caso, el 24 de marzo de 1863, el manuscrito de Dax titulado *Lésions de la moitié gauche de l'encéphale coïncidant avec l'oubli des signes de la pensée* («Las lesiones de la mitad izquierda del cerebro coinciden con el olvido de los signos del pensamiento») fue presentado por su hijo en la Academia Imperial de Medicina completado por nuevos elementos. La comisión encargada de la lectura de la memoria demoró la publicación del informe. En la sesión del 6 de diciembre de 1864, en la Academia de Medicina, Louis Francisque Lélut (1804-1877) dictó una conferencia breve que causó escándalo. De todo cuanto se hablaba, decía, no se trataba más que de frenología, una pseudociencia sobre la que era inútil insistir.

La hipótesis de la especialización hemisférica recibió una crítica más dura. Se suponía que los dos hemisferios cerebrales eran como los dos ojos: realizaban las mismas funciones. En caso de trastorno del habla, el izquierdo no estaría ni más ni menos afectado que el derecho. Bouillaud, cuya doctrina se asimilaba a la frenología, declaró inmediatamente que él se reserva el derecho de discutir en una sesión las proposiciones emitidas por el ponente.

Las sesiones se celebraron los días 4 y 11 de abril de 1865. Según Bouillaud, se creó una suerte de movimiento general en favor de su doctrina, el cual se concretó con las brillantes lecciones de Armand Trousseau (1801-1867) en la clínica médica del Hôtel-Dieu. En cuanto contradictor de Broca, había introducido la palabra *afasia*, siguiendo los consejos de Émile Littrè (1801-1881). Bouillaud aceptó el descubrimiento de Dax y afirmó: «El señor Broca, no contento con aceptar nuestra propia localización, propone una sublocalización audaz, situando en la tercera circunvolución del lóbulo frontal izquierdo del cerebro la facultad del lenguaje articulado».

En el momento de la discusión en la Academia de Medicina, Broca se hallaba de viaje por el sur de Francia en busca de salud. Al llegar a Montpellier, leyó algunas publicaciones de medicina; se enteró de la reclamación de prioridad interpuesta por Dax en favor de su padre. Broca decidió entonces presentar su famoso artículo en el *Bulletin de la Société d´anthropologie* sobre la sede de la facultad del lenguaje articulado en el hemisferio izquierdo. Tras examinar la cuestión de la prioridad científica, resaltó que el trabajo póstumo del doctor Dax se había quedado inédito y era completamente desconocido después del año 1836, en el que habría sido escrito.

Buscando después la causa de la sede casi invariable de los trastornos de afemia en una circunvolución del hemisferio izquierdo, Broca declaró que no podía existir ninguna diferencia funcional absoluta entre ambos hemisferios; pero recalcó que la persona se acostumbraba desde la infancia a repartir entre los dos hemisferios el trabajo relativo a los actos complejos y difíciles cuya práctica no se adquiere más que por la educación.

Las concepciones de Broca tenían un interés puramente científico; sus contemporáneos, Bouillaud entre ellos, mostraban cierta repugnancia a admitir que dos partes de un mismo órgano, cuya situación, disposición y detalles estructurales aparentemente idénticos, no estaban destinados por la naturaleza a desempeñar las mismas funciones. Este descubrimiento supuso el origen del desarrollo de las investigaciones sobre la localización cerebral de las facultades a lo largo del siglo XIX, en un momento en que Broca decidió volver al estudio de la antropología.

Serge Nicolas *enseña psicología experimental en la Universidad de París-Descartes.*

Artículo publicado en *Mente y cerebro* n.º 22

Para saber más

Paul Broca explorateur du cerveau. Francis Schiller. Odile Jacob, 1990.

Écrits sur l'aphasie (1861-1869). Paul Broca. L'Harmattan, 2004.

Paul Broca: Un géant du XIX^e siècle. Philippe Monod-Broca. Vuibert, 2005.

El modelo de doble ruta

Las áreas de Broca y Wernicke cuentan como los centros cerebrales más relevantes en la producción del lenguaje. Según los manuales, se comunican a través de una única vía neuronal. Sin embargo, ya en el siglo XIX los científicos postulaban una segunda vía

CORNELIUS WEILLER

EN SÍNTESIS

Dos mejor que uno

1 Dos son los centros cerebrales principales del lenguaje: el área de Wernicke, para la comprensión, y el área de Broca, para la reproducción de palabras y frases. Una gran fibra nerviosa, el fascículo arqueado, las une.

2 Alrededor de 1870, Carl Wernicke sospechaba la existencia de una segunda vía de unión. Muy pronto esa hipótesis cayó en el olvido.

3 Hoy en día, los investigadores reconocen dos vías neuronales del lenguaje: una superior, que se activa con la repetición de las palabras; y otra inferior, relevante para la comprensión de las frases.

Fue un proyecto atrevido el que Carl Wernicke (1848-1905) presentó en su disertación en 1874. Quizás incluso genial para un recién doctorado de 26 años. Gran parte de lo que el futuro neurocientífico escribió por aquel entonces ha permanecido vigente durante casi 140 años, logro que en el terreno de las obras médicas acostumbra a constituir una excepción más que una regla. No obstante, una hipótesis crucial de Wernicke ha sido despreciada de forma injusta durante décadas, a pesar de las técnicas modernas, entre ellas, la imagen funcional.

Los investigadores de su época no disponían de ese tipo de procedimientos. El único método que aseguraba algún éxito por aquel entonces eran los estudios de lesiones cerebrales. Se estudiaba a personas con trastornos definidos, entre ellos, la incapacidad de construir frases con significado. Después de la muerte del paciente, se determinaban las lesiones cerebrales responsables del problema. Tras diversos estudios se vio que el cerebro, a simple vista uniforme, se dividía en regiones.

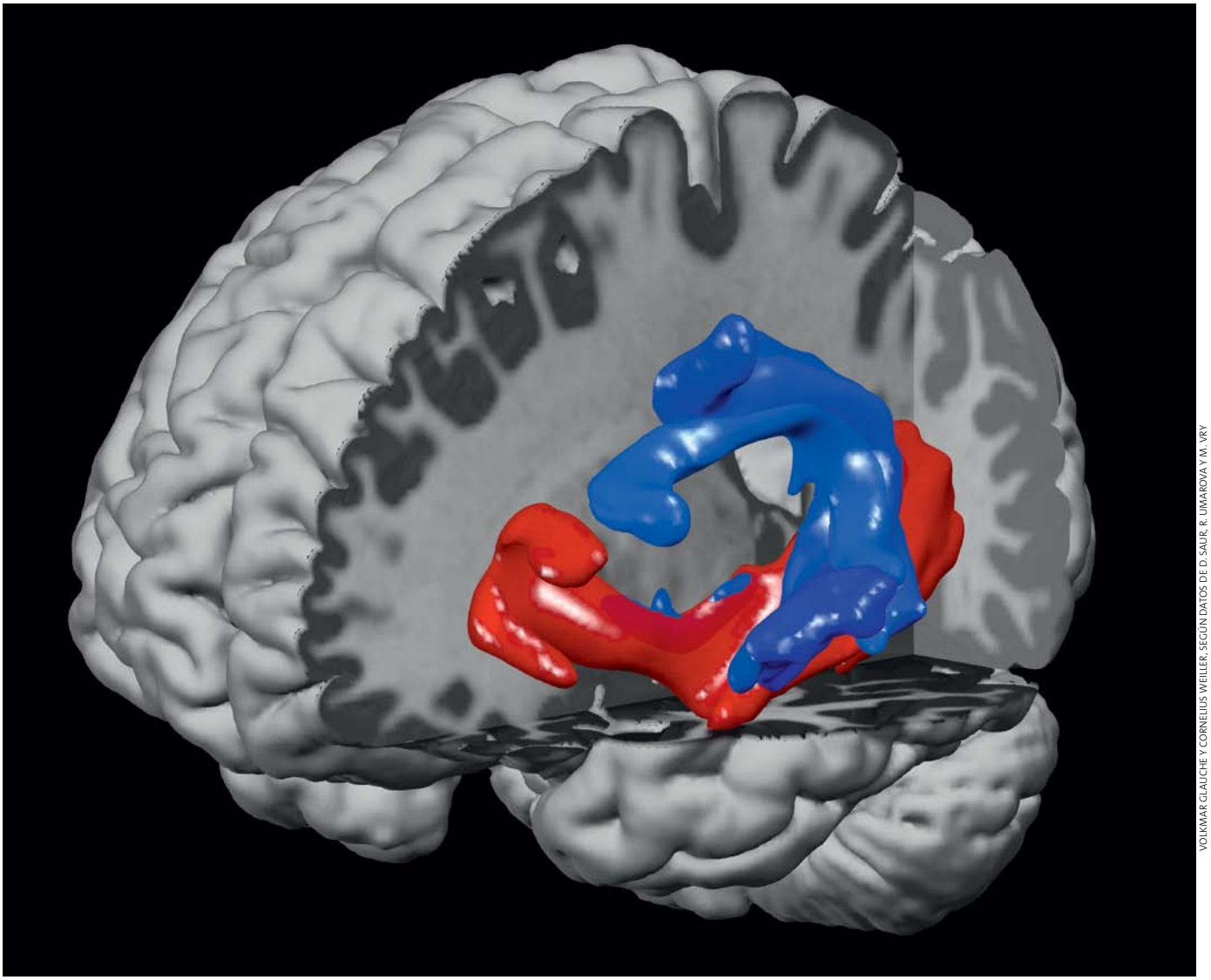
Sabedor de esa característica, Paul Broca (1824-1880), compañero de profesión de Wernicke, detectó un «centro motor del lenguaje» en el encéfalo. La persona con una lesión en dicha zona del lóbulo frontal padecía dificultades considerables para hablar. Según las conclusiones de Broca, en esa área cerebral se encuentran las representaciones de movimiento que sustentan las órdenes dirigidas a los órganos fonoarticulatorios.

Por su parte, Wernicke recopiló todo el conocimiento sobre el procesamiento lingüístico neuronal que se sabía en su época. Añadió al centro motor del lenguaje de Broca otra estructura en la que, según sus propias investigaciones, el cerebro almacenaba las imágenes sonoras correspondientes. Con ello consideró que se habían descubierto los únicos centros lingüísticos localizables del encéfalo: mientras que el área de Broca comprendía los aspectos motores del lenguaje, otra región, que más tarde fuera bautizada como área de Wernicke, comprendía los aspectos sensoriales.

Hipotética relación recíproca

Mas la clave del estudio fisiológico de base anatómica de Wernicke consistía en otro hallazgo: ambas áreas cerebrales solo podían cumplir su misión si existía una relación recíproca continua. Una convicción con la que, hasta hoy, coinciden la mayoría de los neurocientíficos. Así, las funciones cognitivas más relevantes no se encuentran en una misma región, sino que las regiones cerebrales se organizan según el contexto y los requisitos de una tarea mediante redes bifurcadas cuyos componentes interactúan a través de fibras nerviosas.

El joven investigador describió un primer modelo de redes neuronales del lenguaje. Supuso que existía una relación directa entre los dos centros, lo cual permitía que un niño aprendiese a hablar mediante la repetición. Tarea, por otro lado, sobre todo mecánica. ¿Cómo debo mover los labios, la



VOLKMAR GLAUCHE Y CORNELIUS WEILLER, SEGÚN DATOS DE D. SAUR, R. LIMAROVA Y M. VRY

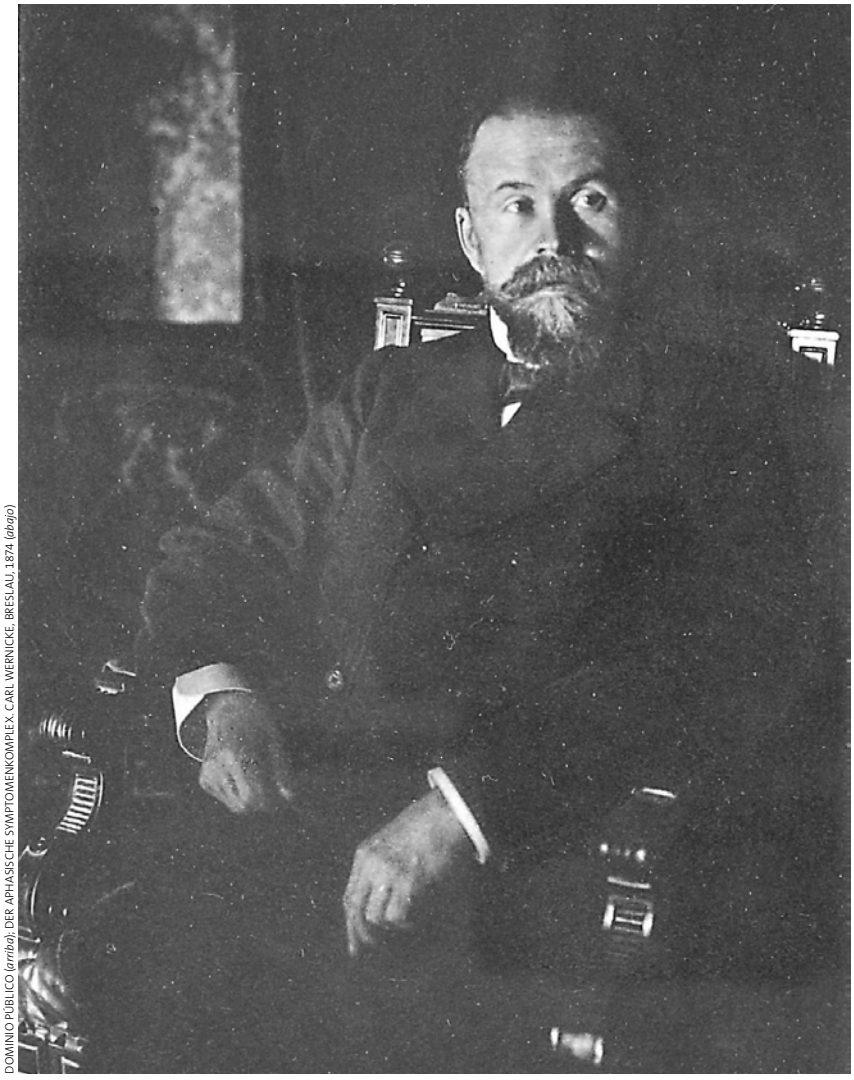
POR ARRIBA O POR ABAJO
La imagen, obtenida con tensor de difusión, reproduce el rumbo de las dos rutas lingüísticas del cerebro. En azul aparece el fascículo dorsal, que, entre otras funciones, participa en la repetición de las palabras; en rojo (situado en la zona ventral) se indica la unión que permite la comprensión de las frases.

mandíbula, la lengua, etcétera, para reproducir el sonido que acabo de oír? Aquello hablado, es decir, la representación del movimiento en el área de Broca, se compara con las imágenes sonoras percibidas en el área de Wernicke. De esa manera, el niño adquiere el término a partir de una unidad fija de componentes sensoriales y motrices (un patrón). Ese mismo patrón le servirá para reconocer una palabra y saber su pronunciación correcta.

El pionero neurocientífico, Wernicke, quien por aquel entonces trabajaba en Breslavia, erró solo en la localización anatómica del enlace. Supuso que pasaba de modo ventral, es decir, más o menos en la parte inferior del encéfalo, por detrás de una estructura cerebral profunda, la ínsula. Tal y como se mostraría más tarde, otra vía desempeñaba un papel principal en las funciones de ambas regiones cerebrales: el fascículo arqueado (*fasciculus arcuatus*). Ese grueso cordón de fibra nerviosa une el área de Broca, situada en el lóbulo frontal, con el área de Wernicke, sita en el lóbulo temporal. Los pacientes a los que les falla ese enlace son incapaces de repetir palabras que nunca han oído antes. En breve, la vía nerviosa en cuestión posibilita que imitemos lo que oímos.

Con todo, Wernicke sospechaba que esa red no era suficiente: las reflexiones desarrolladas hasta entonces habían desestimado el significado de las palabras. Es cierto que, en la fase inicial, los niños hablan por pura repetición; es más adelante cuando las regiones cerebrales que procesan el contenido de lo que se ha dicho envían de forma directa impulsos lingüísticos al centro motor. Por lo tanto, se requiere una ampliación de una segunda vía que abarque zonas de procesos más elevados.

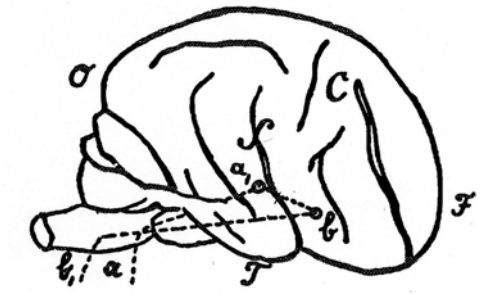
¿Qué regiones cerebrales participan en ello? La pregunta permanece sin respuesta. El neurólogo



DOMINIO PÚBLICO (*arriba*); DER APHASISCHE SYMPTOMENKOMPLEX. CARL WERNICKE, BRESLAU, 1874 (*abajo*)

PIONERO DE LA NEUROLINGÜÍSTICA

El neurólogo y psiquiatra de Alta Silesia, Carl Wernicke (1848-1905), enseñó e investigó en las universidades de Breslavia y Halle (*arriba*). Se le considera uno de los investigadores más influyentes en la búsqueda del lenguaje en el cerebro. Wernicke marcó en el esbozo de un encéfalo de simio (*derecha*), los supuestos centros lingüísticos.



alemán se mostraba de acuerdo con las reflexiones del investigador Ludwig Lichtheim (1845-1928), contemporáneo suyo que contaba con una gran influencia. En 1885, Lichtheim señaló que el cerebro no ubicaba en un punto concreto del área encefálica un concepto, pongamos «rosa», ya que dicho concepto se componía de la suma de las representaciones necesarias relacionadas con «rosa» (color rojo, cualidad de planta espinosa o romántica).

Según Wernicke, las representaciones repartidas por las regiones cerebrales debían estar relacionadas con sendos centros lingüísticos. De otro modo no sería posible que comprendiéramos el contenido de las palabras, o al revés, que expresásemos un pensamiento. Solo puede poner en duda la existencia de una unión de ese tipo aquella persona que considere que lengua y pensamiento son idénticos. Una idea que Wernicke rechazaba, al igual que la mayoría de los investigadores de hoy.

En resumen, los expertos se basaron durante más de cien años en dos vías, como mínimo, para explicar el proceso del lenguaje. No obstante, si hojeamos un manual de anatomía actual nos sorprenderá que, en su mayoría, aparece solo el fascículo arqueado. ¿Por qué cayó en el olvido la ruta ventral señalada por Wernicke, sobre todo, y por sus contemporáneos? Hoy tan solo puede especularse sobre tal misterio. En parte podría deberse a que Wernicke adjudicara a la vía insular una función errónea. Otra posibilidad consistiría en que el neurólogo Norman Geschwind (1926-1984), sucesor influyente del primero, interpretara mal varios fragmentos de las publicaciones originales de su predecesor. Sea como fuere, de ahí en adelante se construyó el sistema del proceso lingüístico alrededor del fascículo arqueado. Incluso se consideró que dicha vía, de anatomía más fuerte en el cerebro humano que en el encéfalo de los simios, era la característica evolutiva clave de los humanos, puesto que de ella derivaría el lenguaje.

La idea de un sistema de proceso lingüístico de doble ruta no resultaba en absoluto descabellada. Tal hipótesis formó parte de las teorías de anatomía, disciplina que años antes había mostrado en cerebros de simios la existencia de una vía ventral que, a través de la ínsula, unía los dos centros lingüísticos. (Aunque los primates no humanos no disponen de la facultad del habla, sí presentan regiones cerebrales muy similares.) Los experimentos con simios, sin embargo, no reflejaban qué función desempeñaba dicha sección.

Otros modelos que referían dos (o más) rutas sobrevivieron en el ámbito de la psicolingüística. En 1969, el investigador John Morton, de la Escuela Universitaria de Londres, propuso el modelo logogen, en el que los componentes implicados en la comprensión lingüística intercambiaban información a través de diversas vías. Toda una primicia en aquel entonces, si se tiene en cuenta que la

neurociencia de esa época no reconocía más que un único camino lingüístico de unión.

Revisión de una teoría clásica

Los neurolingüistas de ayer y hoy saben que para dominar el lenguaje no basta con la simple repetición de palabras, una de las funciones principales de la vía del fascículo arqueado. Tienen que existir uniones a otras áreas. Pese a que investigaciones detalladas atribuían al fascículo arqueado cada vez más tareas y prestaciones, nunca se procedió a una revisión de la teoría.

Esa vía puede contribuir a descifrar la estructura de una frase. De ese modo, se encuentra involucrada en una de las capacidades centrales del sistema lingüístico humano. Pero también algunas aves cantoras poseen aptitudes análogas, lo que les permite reconocer secuencias estructuradas de manera jerárquica. Ahora bien, la singularidad del lenguaje humano estriba en que una y otra vez combina elementos con nuevas unidades de significado. Solo la interacción de ámbitos que no se hallan sujetos a ese único centro lingüístico permite tal capacidad.

Gregory Hickok, de la Universidad de California en Irvine, y su colaborador David Poeppel, de la Universidad de Nueva York, consideraban un error que no existiera una teoría general que integrara la neurociencia y la lingüística. En 2004 recurrieron a la idea del modelo de doble ruta, el cual había permanecido en el olvido desde la época de Wernicke. En su opinión, un sistema lingüístico central debía interactuar a través de dos vías equivalentes y paralelas con las áreas cognitivas, así como con los niveles basales de percepción sonora y producción. Hickock y Poeppel atribuyeron a cada una de esas rutas de asociación capacidades de trabajo concretas; también las localizaron: una en la zona dorsal, otra en la ventral. El modelo de doble ruta adquirió de nuevo protagonismo.

En 2008, nuestro equipo tomó el rescatado modelo como punto de partida para un experimento. Ideamos ejercicios en los que los probandos solo podían usar una de ambas rutas. Mediante resonancia magnética observamos los lugares que se activaban en su cerebro. En la primera parte del estudio, los sujetos debían repetir palabras alemanas. A continuación se les pedía que repitieran pseudopalabras (secuencias sonoras como «hilku» o «rela», cuya fonética se asemeja a la alemana). La comparación de la actividad cerebral en cada una de las pruebas debía indicar qué regiones cerebrales se ponían en funcionamiento cuando una persona, por falta de información sobre el contenido, repite de forma mecánica (como sucede en un niño que aprende a hablar).

Enlaces visibles

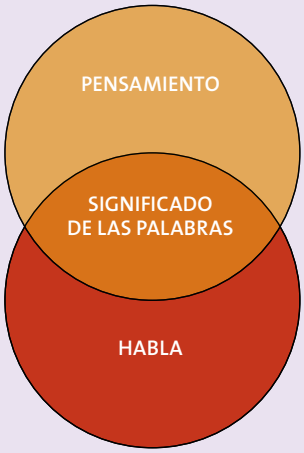
La segunda parte del experimento se llevó a cabo siguiendo el mismo principio. Los probandos de-

Los neurolingüistas tenían claro que el dominio de un idioma consistía en mucho más que el mero hecho de repetir palabras

Donde lenguaje y pensamiento se encuentran

Si el lenguaje y el pensamiento abstracto representaran solo dos caras de una misma moneda, nuestro concepto de «rosa» y su representación lingüística (la palabra «rosa») serían idénticos: pensar en la flor significaría activar la unidad lingüística correspondiente. Carl Wernicke se opuso en 1906 a tal idea al asumir una propuesta de Ludwig Lichtheim, que había postulado la representación independiente de los conceptos lingüísticos y conceptuales. En 1874, Wernicke manifestó: «El lenguaje no es idéntico al desarrollo intelectual; pensar y hablar son dos procesos totalmente independientes el uno del otro que incluso pueden interrumpirse entre sí».

Tal diferenciación psicolingüística perdura desde su época. El psicólogo Lev Semionovich Wygotsky (1896-1934) simbolizó en el año 1934 esa reflexión con dos círculos que se solapaban con el fin de mostrar que solo una parte muy concreta de los dos procesos coincide. Según Wygotsky: aquí yace «la región del pensamiento lingüístico o del lenguaje interior, dependiendo de si uno lo mira desde la perspectiva del pensamiento o desde la perspectiva del lenguaje».



No obstante, el lenguaje no solo sirve para expresar los pensamientos, también repercute en ellos. «Como una especie de estructura que permite a los humanos crear conceptos complejos, cual ser vivo sin lenguaje», señala el lingüista Ray Jackendoff, de la Universidad Tufts.

Disputa por la recompensa del lenguaje

El neurólogo Paul Broca descubrió en el siglo XIX una región cerebral cuyas lesiones conducen a la pérdida de la capacidad del habla. Su trabajo sirve de piedra angular para la localización de funciones mentales del cerebro

JEAN-CLAUDE DUPONT

«Ofrezco 500 francos a aquel que me aporte un ejemplo de una lesión profunda en el lóbulo frontal del cerebro que no implique ninguna afectación en la capacidad del habla.» El médico Jean-Baptiste Bouillaud (1796-1881) propuso tal inusual desafío en 1848, después de un intenso debate en la Academia Real de Medicina de París. El desencadenante del desencuentro lo originó la suposición por parte de otro científico de que una lesión en el lóbulo frontal no tenía necesariamente que ir acompañada de una afasia. Ello pone de manifiesto la gran confusión que existía entre los neurólogos a mediados del siglo XIX en torno una pregunta clave: ¿el lenguaje se localiza en zonas concretas del cerebro o concierne al encéfalo en su conjunto? Fruto de ese debate aparecieron «localizacionistas» y «globalistas» irreconciliables. Aunque parece que el médico francés Paul Broca (1824-1880) cerró la disputa alrededor de 1860, hoy sabemos que solo fue un punto y aparte.

No puede apreciarse el carácter ferviente de la discusión de por aquel entonces sin una mínima retrospectiva en la historia de la neurolingüística. En la Antigüedad, el médico griego Hipócrates (460-370 a.C.) hacía referencia a pacientes que habían perdido el habla. Galeno de Pérgamo (129-216 d.C., abreviado Galeno) incluso intentó, con un objetivo muy concreto, manipular la producción del lenguaje: para ello se sirvió de pacientes a los que seccionó los nervios que conectan con la laringe. La intervención paralizó la musculatura; a los afectados les falló la voz. Puesto que esos nervios procedían del cerebro, Galeno estimó que la capacidad de producir sonidos provenía de allí.

En la Edad Media, los sabios clasificaron la esfera mental según distintas funciones. Sin embargo, no incluían el lenguaje. Cuando diferenciaban el hombre del animal, el lenguaje tenía el mismo estatus que la gesticulación, es decir, el mismo que una acción intencionada. Los trastornos del habla, por tanto, podrían proceder o bien de una parálisis de los órganos fónicos o bien de una lesión en el «alma racional», la cual dirige nuestras acciones. Ya fuere la parálisis, ya la enfermedad del alma, los motivos de las alteraciones en el habla permanecieron durante largo tiempo a oscuras.

Un destello de luz empezó a iluminar la cuestión en el siglo XVII. El lenguaje se consideraba desde entonces un sistema de producción de tonos y de significado, es decir, existía una diferenciación entre pensar y hablar. Esta última capacidad se clasificaría dentro de la esfera corporal, por lo que los investigadores buscaron las correlaciones fisiológicas correspondientes.

A principios del siglo XIX se impuso, al fin, el método anatómico clínico. Los médicos estudiaban con minuciosidad los síntomas de pacientes con lesiones cerebrales, planteaban hipótesis sobre los motivos de las alteraciones y, después del fallecimiento del individuo, deducían correlaciones estadísticas entre los casos.

EN BREVE

Afasia: Concepto neurológico general para designar las formas cerebrales que producen alteraciones del habla. Junto a las afasias de Broca y de Wernicke, las cuales afectan a la producción lingüística o a la comprensión, los médicos diferencian, como mínimo, una forma global y otra amnésica. Alrededor de una de cada mil personas se halla impedida de manera crónica a causa de una afasia.

DOMINIO PÚBLICO

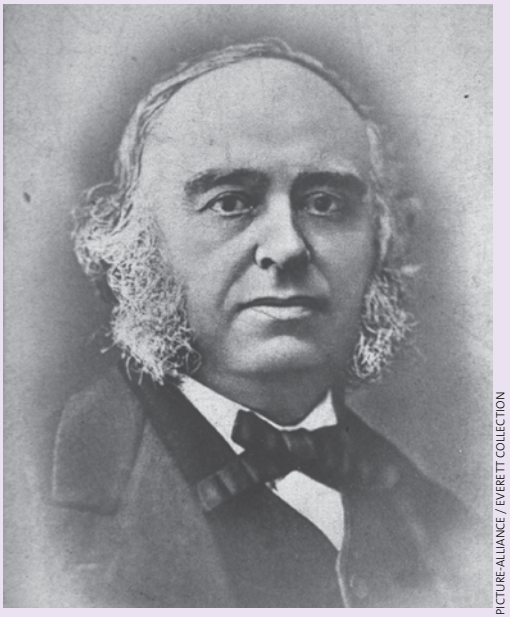
EL CEREBRO DE TAN
El cerebro disecado del paciente más conocido de Broca muestra la lesión cerebral (*círculo azul*) que privaba al señor Leborgne —apodado *Tan*— de su capacidad para hablar.

El médico representante de esa manera de proceder, Jean-Baptiste Bouillaud, insistió en el principio de la doble disociación: si los centros lingüísticos se alojaban en la zona del lóbulo frontal, cualquier alteración en dicha región cerebral debería perjudicar al lenguaje. Pacientes con una lesión en otra zona del cerebro (y con el lóbulo frontal intacto) no deberían, por consiguiente, presentar problemas de esa índole. Sin embargo, no se trataba más que de una teoría. Por aquel entonces nadie disponía de una prueba sólida que certificase que el lenguaje se situaba en el lóbulo frontal.

De todos modos, los médicos observaron que existían al menos dos tipos de pérdida del habla. Algunos de los afectados no comprendían el contenido de las palabras que se les decían, pero podían expresarse de un modo aceptable (patología conocida más tarde como afasia de Wernicke). Otros pacientes, por el contrario, eran incapaces de articular palabras u oraciones, aunque comprendían multitud de ellas (trastorno posteriormente denominado afasia de Broca).

En abril de 1861 se le planteó al neurólogo Paul Broca un caso semejante. En esos días, un tal Monsieur Leborgne entró en su consultorio sito en Bicêtre, cerca de París. Por sorpresa, el hombre solo podía pronunciar la sílaba «tan», así como un puñado de exclamaciones. Ni una palabra más salía de su boca. Tras la muerte del paciente, Broca investigó su cerebro: una gran extensión del lóbulo frontal del hemisferio izquierdo aparecía ablandada, constató en su informe.

Medio año más tarde se presentó en la consulta del neurólogo un cierto Monsieur Lelong. En su caso, solo podía articular pocas palabras, entre ellas, «sí», «no» y «tres». Como se mostró más adelante, su cerebro manifestaba lesiones parecidas a las de Leborgne: una lesión de la tercera circunvolución del lóbulo frontal izquierdo. Parecía que existía una asimetría funcional entre las dos mitades del cerebro, concluyó Broca. Respecto al lenguaje, se encontraría «orientado a la izquierda». Era el primer indicio de una zona cerebral especializada en el lenguaje. El hallazgo entró a formar parte de la bibliografía como «área de Broca».



PICTURE-ALLIANCE / EVERETT COLLECTION

MULTITALENTO

A Paul Broca (1824-1880), médico y antropólogo, se le considera el descubridor de los centros neuronales de la producción del lenguaje. Su nombre aparece inscrito, junto con otros 71 franceses famosos, en la torre Eiffel de París.

Mas, poco después, la investigación lingüística de Broca experimentó un final inesperado. En 1869 publicó su último artículo sobre el tema y volvió a dedicarse a la antropología. Quizá le desmoralizó tener en su contra a quienes creían que un fenómeno tan complejo como el lenguaje humano requería la combinación de distintos centros cerebrales. La multitud de lesiones en los afásicos parecía demostrarlo.

De todos modos, Broca se mantuvo en su posición de que solo había un lugar en el que una lesión conllevase la pérdida del lenguaje. Sin embargo, en 1874 Carl Wernicke describió a pacientes que articulaban de manera normal, pero no entendían ni sus propios enunciados ni el significado de las palabras. Cada uno de ellos presentaba una lesión típica en el ámbito del lóbulo temporal izquierdo.

Wernicke lo vio claro. En la región del lóbulo frontal izquierdo (área de Broca) se representan los movimientos, y en la región temporal izquierda (área de Wernicke), los sonidos. Por tanto, las fibras nerviosas que conectan ambos ámbitos unirían la sensibilidad y la motricidad.

En 1980, investigadores franceses analizaron de nuevo el cerebro de Leborgne, el cual, curiosamente, se mantenía bien conservado. La investigación en un escáner cerebral confirmó el lugar exacto de la lesión que Broca ya señalaba; asimismo, mostró que el área de Wernicke había quedado ilesa.

Hoy sabemos que el área de Broca elabora un programa motriz que posibilita un movimiento coordinado del aparato fónico y, con ello, una pronunciación armónica. No obstante, no puede considerarse solo como centro motor, ya que también procesa la información para la percepción y la comprensión de los estímulos verbales. Como área asociativa que colabora en el proceso de percepción, se antepone a la producción lingüística motora. También participa en la sintaxis y en la gramática, y posibilita, entre otras cosas, la elección de una respuesta adecuada.

Broca identificó un área cerebral esencial para el lenguaje. Sin embargo, ello no daba por zanjada la precisa cartografía de las funciones del lenguaje. Hoy por hoy, a pesar de 140 años de investigación y debates, la cuestión continúa igual.

Jean-Claude Dupont *es historiador de la medicina en la Universidad de Picardie Jules Verne en Amiens.*

bían valorar si una serie de oraciones eran correctas («El piloto pilota el avión»). Como herramienta de control se emplearon frases carentes de sentido («Ol fisoto mueta il amior»). Según nuestra hipótesis, la comprensión de la oración correcta debía incluir la vía de las áreas de procesamiento del significado.

Observamos que la comprensión de la oración requería áreas superiores del cerebro: la corteza asociativa. Por el contrario, la repetición de las pseudopalabras activaba unas zonas cerebrales más cercanas a secciones basales (áreas primarias motoras y auditivas). Sin embargo, en gran parte, la actividad se solapaba, de modo que resultaba difícil diferenciarla.

En un segundo experimento utilizamos imágenes con tensor de difusión. Dicha técnica consiste en que un aparato de tomografía de espín nuclear determina la dirección del movimiento de las moléculas de agua en el cerebro. Ya que preferentemente se difunden a través de los axones, se forma una imagen de la sección de unión, que a su vez consta de múltiples líneas de señales.

El modelo de doble ruta se ocupa de que también el procesamiento lingüístico siga los principios basales de organización del cerebro

Los algoritmos computacionales permiten extraer, de los datos, indicadores más precisos sobre la conexión de las fibras. Además, calculan su recorrido anatómico más probable partiendo del punto de origen (establecido previamente) hasta la meta. Nos basamos en las áreas activas del primer experimento. Obtuvimos una representación de las secciones a través de las cuales se interconectan las áreas del lóbulo temporal y el frontal que participan en el procesamiento del lenguaje.

Existía una clara separación entre las redes para la repetición de pseudopalabras y las involucradas en la comprensión del contenido de las oraciones. Un sistema dorsal, que transcurre por el fascículo arqueado, unía las zonas que participan en la repetición de pseudopalabras. La comprensión de oraciones cortas (su significado, la semántica) yacía, en cambio, en otras zonas del lóbulo temporal y frontal. Dichas partes se hallaban unidas por una vía ventral a través de la ínsula; en concreto, a través de la cápsula extrema. En este mismo lugar situó Wernicke la vía principal de unión para el procesamiento del lenguaje.

La idea del modelo de doble ruta puede explicarse desde una segunda versión. En el sistema visual existen dos vías de trabajo. En este caso, la ruta dorsal «¿dónde?», que codifica la posición espacial de un objeto, se diferencia de la ruta ventral «¿qué?», la cual procesa los atributos visuales y, con ello, el contenido de lo percibido.

Si se transfiere, con las modificaciones pertinentes, tal repartición de tareas a las condiciones de la elaboración del lenguaje, se consigue una representación de cómo el lenguaje se integra en el sistema general del cerebro. Su procesamiento sigue los principios de organización cerebral.

Un denominador común en la función de la vía dorsal sería, con independencia de la modalidad sensorial, la capacidad de analizar elementos dispuestos de modo secuencial de forma rápida y precisa: espaciales en la percepción visual, temporales (sílabas o sonidos) en la percepción lingüística. Como base de este análisis sirven los patrones, las unidades sensoriales y motoras almacenadas que se adquieren con la actividad conjunta de las áreas cerebrales a través de la vía dorsal. En el ámbito del lenguaje podemos describir estos patrones como formas semánticas o, según Wernicke, conceptos. Ellos nos permiten reconocer y corregir palabras que hemos oído mal o que apenas hemos escuchado, así como corregir posibles irregularidades.

Analogía con el sistema visual

Los patrones de formación de palabras pueden ir más allá. Permiten preparar los elementos lingüísticos elaborados en la memoria de trabajo, de modo que más tarde podamos recurrir a ellos. Esto resulta importante sobre todo en las oraciones complejas. La habilidad de linealizar estructuras jerárquicas desempeña aquí una destacada función. Por ello, una gran parte de la gramática necesita recurrir a la vía dorsal.

Análoga a la ruta visual «¿qué?» (ayuda a reconocer objetos), la vía ventral se encuentra involucrada en la comprensión del lenguaje. La vía ventral une regiones cerebrales que se encuentran activas en las tareas semánticas. Incluso aquí tiene lugar un fenómeno más que la simple combinación de representaciones sonoras y de contenido: la estructura acústica, prefabricada en la corteza auditiva, se analiza en categorías léxicas, semánticas y sintácticas. Es probable que las estructuras se basen en una gramática cognitiva, es decir, un conocimiento sobre la combinación legítima de elementos léxicos. Ello permite que se reconozcan relaciones estructurales de elementos con independencia de que aparezcan unos tras otros o se hallen separados.

Puesto que las vías descritas se diferencian a duras penas la una de la otra, tuvimos que echar

mano de tareas en absoluto habituales. Las pseudopalabras o pseudofrases resultaron, pues, ideales: el cerebro no tiene casi nada que hacer ante ellas. Bajo condiciones normales, los sistemas trabajan de manera paralela, de forma similar a las dos mitades de un gran bucle que se recorre al menos una vez en la mayoría de las funciones. Ello sucede en especial en el procesamiento de las frases. Casi todos los estudios de neuroimagen muestran, con relación a la gramática, la actividad de regiones conectadas por la vía dorsal y la ventral. Preguntarse cuál de las dos es más importante resulta ocioso: abogamos por un modelo de doble ruta flexible e interactiva.

Tampoco debe caerse en el error de pensar que ambas vías de unión explican el sistema lingüístico por completo. Para hablar se requieren otras áreas modulares repartidas entre el lóbulo parietal y el temporal y la mitad derecha del cerebro. Aun así, la arquitectura de doble ruta debe considerarse un principio de construcción cerebral básico que va más allá de los sistemas lingüístico y visual.

De hecho, el sistema de atención y el de control de los movimientos presenta una repartición de tareas parecida. El último une la vía dorsal con regiones cerebrales que controlan sencillos movimientos en acción, mientras que una vía ventral enlaza áreas motoras necesarias para la representación de un movimiento.

Así, pues, existe un principio común: el sistema dorsal une áreas de la corteza cerebral próximas a las regiones corticales primarias y, con ello, proporciona la base de un comportamiento estímulo-respuesta. Si, por el contrario, se trata de la percepción del «¿qué?», el significado de una oración o el objetivo de una acción, es decir, si se trata de un pensamiento simbólico y abstracto, entonces es la vía ventral la que se pone en marcha. Desde un punto de vista anatómico, ello se expresa en las regiones de asociación más complejas de la corteza cerebral. Junto con el desarrollo de áreas encefálicas multimodales, es probable que fuera la sinergia entre tales lazos de unión la que proporcionó a los humanos una gran flexibilidad de pensamiento y, con ello, una ventaja evolutiva decisiva.

Cornelius Weiller *es director de la Clínica Universitaria de Neurología de Friburgo. Numerosas ideas del artículo son fruto de los años de debate con Mariachristina Musso, Michel Rijntjes y Tobias Bormann.*

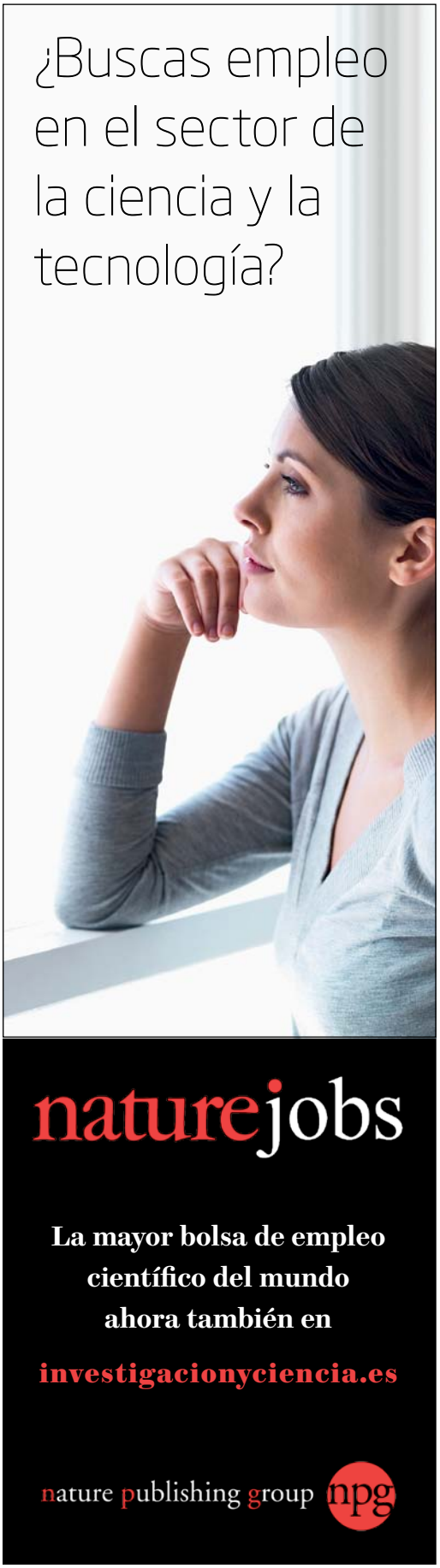
Artículo publicado en *Mente y cerebro* n.º 54

Para saber más

Dorsal and ventral streams: A framework for understanding aspects of the functional anatomy of language. G. Hickok y D. Poeppel en *Cognition*, vol. 92, págs. 67-99, 2004.

Ventral And Dorsal Pathways For Language. D. Saur et al. en *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 105, págs. 1835-1840, 2008.

How the ventral pathway got lost — And what its recovery might mean. C. Weiller et al. en *Brain & Language*, vol. 118, págs. 29-39, 2011.



Gestos para recordar palabras

Lo tenemos en la punta de la lengua; sin embargo, no nos sale. Estos bloqueos del habla se acompañan a menudo de una gesticulación espontánea. Según los investigadores, existe una buena razón: la comunicación mediante las manos favorece la memoria verbal

GABRIELE PASCHEK

EN SÍNTESIS

Más allá de la lengua

1 Los movimientos de las manos pueden solucionar ciertos bloqueos verbales, sobre todo cuando conocemos un término pero no lo recordamos en ese momento. Se trata del fenómeno «en la punta de la lengua».

2 Al parecer, los gestos ayudan a la memoria operativa a focalizar la palabra buscada.

3 Sin embargo, por lo general, apenas controlamos nuestros gestos, por lo que a veces revelan discrepancias entre lo que decimos y lo que pensamos.

¿Se ha percatado alguna vez de que gesticula de forma animada cuando habla por teléfono? Aunque todas las personas manifestemos este comportamiento de comunicación, no por ello deja de resultar un fenómeno sorprendente: es como si quisiéramos proporcionar información adicional a un interlocutor que no nos ve.

Señalamos en direcciones determinadas, describimos los contornos de los objetos de los que hablamos o enfatizamos ciertas palabras mediante gestos. ¿Para qué? ¿Se halla nuestro cuerpo tan acostumbrado a «intervenir» que no diferencia entre una conversación con un interlocutor presente y la que se mantiene con uno que se encuentra al otro lado de la línea telefónica? ¿O existe algún motivo particular que provoque esos movimientos cuando estamos al teléfono?

Una experiencia cotidiana nos proporciona pistas al respecto. Recuerde la última vez que, por así decirlo, tenía una palabra en la punta de la lengua pero no conseguía que esta le viniese a la memoria. Fuera el nombre de una fruta exótica o el último lugar donde pasó las vacaciones, es probable que reaccionara de la manera habitual con la que respondemos las personas en estas situaciones: cuando nos enfrentamos con el fenómeno memorístico «en la punta de la lengua», estamos convencidos de que la información de la palabra en cuestión se halla sepultada en algún rincón de nuestra memoria, y comenzamos a mover las manos. Al parecer, los gestos tienden un puente entre pensamiento y lenguaje, de modo que aceleran la recuperación de palabras.

Geoffrey Beattie y Jane Coughlan, de la Universidad de Manchester, demostraron esta conducta en 1999. Organizaron en el laboratorio un juego de preguntas y respuestas en el que los probandos debían adivinar las definiciones de términos poco usuales. ¿Qué nombre recibe la sala central de una casa romana? ¿Cómo se llama el típico sombrero de vaquero norteamericano? Los participantes debían encontrar y decir la palabra. (Atrio y *stetson* son las respuestas respectivas de las preguntas anteriores.)

Bracear, agitar, chasquear

Beattie y Coughlan dividieron a los sujetos en dos grupos. Mientras una mitad de los voluntarios debía cruzar los brazos con el fin de no gesticular, a la otra mitad no se le puso ningún tipo de limitación. Cuando las preguntas de los investigadores provocaban el efecto «en la punta de la lengua», aquellos probandos que braceaban, agitaban y hacían gestos con sus manos o chasqueaban los dedos encontraban las definiciones buscadas con mayor rapidez. Además, verbalizaban la respuesta correcta tres veces más a menudo que los sujetos que debían mantener los brazos cruzados.

¿Qué se esconde detrás de la conexión entre gestos y resolución de bloqueos lingüísticos? Según Willem Levelt, director emérito del Instituto

LEER LAS MANOS
Algunos gestos revelan, a los buenos observadores, qué resulta importante para quien habla. Incluso los utilizamos cuando nadie nos ve.

THINKSTOCK / DIDECS

ISTOCKPHOTO / WEBPHOTOGRAPHEER

AYUDA A LA COMPRENSIÓN
Los gestos no solo facilitan al interlocutor la comprensión de lo dicho; también permiten encontrar palabras más precisas.

Max Planck de Psicolingüística, a fin de articular una palabra, el cerebro debe poner en marcha una enorme maquinaria, la cual no siempre se encuentra exenta de errores. El primer paso en el camino hacia la palabra consiste en generar un mensaje. Al principio se trata de un pensamiento, una imagen o una idea inmadura de aquello que se quiere decir. A continuación, un corsé semántico aprieta esa «masa» de pensamiento aún moldeable. Finalmente, el cerebro traduce en sonidos la palabra encontrada y provee al hablante de un guión en el que estos últimos aparecen ordenados; tan solo debe pronunciarlos.

Cuando nos quedamos atascados

El fenómeno «en la punta de la lengua» se asemeja a la interrupción de una cadena de montaje. Si se considera la cantidad de palabras y frases que produce nuestro cerebro durante una conversación, se comprende por qué cabe la posibilidad de que el sistema se detenga. No obstante, los gestos pueden reanudar el funcionamiento de la cadena de producción.

Aunque hasta la fecha no se conoce con precisión el efecto del movimiento corporal en la resolución de los bloqueos lingüísticos, los psicolingüistas se muestran de acuerdo en que los ademanes favorecen la recuperación de palabras ya desde un primer estadio. Los movimientos de las manos proporcionan apoyo en el momento en que del pensamiento abstracto surge su versión en forma de mensaje.

Los gestos operan como una suerte de intérprete entre ideas y palabras

Bennett L. Schwartz, de la Universidad Internacional de Florida, constató una interrelación entre la carga de la memoria operativa de los humanos y el intento de resolver una situación «en la punta de la lengua». El científico pidió a los participantes que recordaran varios términos. Tras ello, puso a prueba su memoria mediante el ordenador.

Cuando no encontraban al momento la palabra buscada, los sujetos debían responder a unas preguntas de cultura general (¿a qué país pertenece la rupia?). Si un sujeto no encontraba la solución de inmediato, pero tenía la palabra en la punta de la lengua, se producía un efecto inhibidor de la capacidad de reproducir el término memorizado con anterioridad. Estas personas necesitaron más tiempo para recordar la información almacenada y su articulación resultó más lenta que en el caso de los participantes que no habían experimentado el fenómeno de bloqueo.

En la memoria a corto plazo, la búsqueda de la palabra perdida se produce a toda marcha; por ello, indica Schwartz, se encuentra sobrecargada. Todo el mundo que disponga de un ordenador entiende qué supone esto en la práctica. Si se abren numerosos programas de la computadora a la vez, pueden producirse largos períodos de espera, ya que la memoria de trabajo de un ordenador, al igual que ocurre con la del cerebro humano, es limitada. Si quisiéramos preparar de memoria una receta de cocina y, al mismo tiempo, retener en la cabeza vocablos para un examen, tendríamos problemas.

Anat Maril, de la Universidad Harvard, confirmó que el fenómeno «en la punta de la lengua» demanda un gran esfuerzo a la memoria operativa. En 2005 comprobaron, mediante tomografía por resonancia magnética funcional (RMf), qué regiones del cerebro se activaban cuando los sujetos tenían la sensación de conocer una palabra pero no la encontraban en ese momento. Durante sus bloqueos lingüísticos trabajaban las mismas áreas cerebrales que cuando recordaban informaciones ya «archivadas» en el pasado, a saber, la corteza frontal dorsolateral derecha, el cíngulo anterior y la corteza prefrontal inferior derecha.

Los resultados de las investigaciones indican, asimismo, que los gestos ayudan a la memoria de trabajo a dirigir el foco hacia el término buscado. Los movimientos de las manos que acompañan a la solución de las situaciones «en la punta de la lengua» refuerzan la concentración en la articulación de las palabras y la comprensión, es decir, colaboran en la búsqueda del término perdido y, por tanto, dejan poco espacio a la memoria operativa para otras tareas.

Los experimentos de Robert M. Rauscher y sus colaboradores, de la Universidad de Columbia en Nueva York, demuestran cómo podría funcionar el apoyo motor. En el año 2000 impidieron que una serie de hablantes gesticularan durante su discurso, lo que ralentizó su charla, sobre todo si estaba relacionada con temas que requerían referencias espaciales. ¿Por qué? En el momento en que el emisor tiene un pensamiento, en su «cadena de producción verbal» se crean, asimismo, gestos a medida.

Los pensamientos relacionados con conceptos espaciales resultan más difíciles de traducir a palabras que a sus gestos deícticos correspondientes. En las descripciones espaciales acontece una fase adicional en la cadena de producción: antes de que el pensamiento quede empaquetado en el corsé gramatical y fonológico de una lengua, se forma la imagen mental de un gesto que refleja la idea. Esta sirve al cerebro como una suerte de resumen de la declaración que se va a formular.

Haga la prueba. Intente indicar un camino a otra persona con los brazos cruzados y sin mover la cabeza (seguramente no le resultará fácil). Sin la ayuda de los gestos, el pensamiento se halla sobrecargado. El motivo de ello reside en la visualización de los trayectos: si se imagina el camino desde la estación al supermercado más cercano,

Los gestos ejercen unas veces de reforzadores, otras de mediadores e, incluso, de traidores de nuestros pensamientos

El lenguaje gestual ayuda a aprender aritmética

Gesticular puede facilitar que los niños comprendan las matemáticas. Un equipo dirigido por Susan Goldin-Meadow, de la Universidad de Chicago, (*véase* «Gestos para aprender», por Susan Goldin-Meadow; *en este mismo número*) puso tareas aritméticas complicadas a 160 niños de edades comprendidas entre los ocho y diez años. Se distribuyó, al azar, a los alumnos en tres grupos: en el primero, el profesor solo ofrecía indicaciones verbales; en el segundo, el docente enfatizaba sus instrucciones orales con gestos, y en el tercero, las indicaciones gestuales del instructor complementaban el contenido verbal.

Los alumnos debían resolver una serie de ecuaciones (por ejemplo, 7 + 6 + 5 = ? + 5). En el primer grupo, los niños solo escucharon el enunciado del problema. El profesor del segundo grupo, en cambio, señalaba el lado izquierdo y derecho de la ecuación mientras explicaba con palabras el cálculo. El docente del tercer grupo de sujetos completó sus indicaciones orales con gestos: señalaba cada cifra del lado izquierdo, a continuación indicaba con la mano la sustracción de 5 en el lado derecho con un movimiento de borrado.

Por término medio, los niños del tercer grupo resolvieron de manera correcta tres de cada cuatro tareas, resultado que en los alumnos que habían visto gestos que remarcaban ciertas expresiones verbales se quedó en menos de la mitad de las ecuaciones. Los probandos que menos éxito obtuvieron fueron los que solo habían recibido instrucciones verbales de su profesor: únicamente resolvieron con acierto uno de cada cuatro ejercicios.

(«Children learn when their teacher's gestures and speech differ». M. A. Singer y S. Goldin-Meadow en *Psychologial Science*, vol. 16, págs. 85-89, 2005; «Learning through gesture». S. Goldin-Meadow en *Cognitive Science* 10.1002/wcs. 132, 2011)

recorrerá la ruta visualmente en su interior, pero no verá ninguna frase que describa el paseo imaginario. Por esta razón, a su intelecto le resulta más fácil traducir primero las imágenes a gestos deícticos antes de explicar el camino verbalmente. En breve, los gestos operan como un intérprete entre ideas y palabras.

Un colaborador mudo

El ayudante silencioso que supone la gestualidad también puede traicionarnos si queremos ocultar parte de un pensamiento cuando hablamos. David McNeill, fundador del Neill Lab, Centro de Investigación del Habla y el Gesto, además de profesor emérito de la Universidad de Chicago, apoya esta teoría. Para este psicolingüísta, los gestos humanos no constituyen solo un recurso de comunicación; también son una ventana al pensamiento.

McNeill pidió a un grupo de sujetos que describieran secuencias de dibujos animados que habían visto previamente y que estaban protagonizadas por el gato Silvestre y el pequeño canario Piolín. A la par que los participantes relataban las aventuras de la famosa pareja televisiva, sus manos parecían ocupadas en añadir al relato aspectos que desatendía su discurso verbal. Mientras uno de los probandos explicaba: «Silvestre intentaba una y otra vez atrapar al pájaro», sus manos representaban cómo se producía el nuevo intento del gato por atrapar al pájaro. De esta manera, ejecutaba con sus manos un rápido giro hacia afuera y las devolvía rápidamente a su posición original (a semejanza del ataque de Silvestre en la película).

Los gestos confieren, además, un mayor contenido a los enunciados. Uno de los participantes narró: «El gato se encaramó a lo alto del canalón», al tiempo que movía sus manos hacia arriba.

Según McNeill, los movimientos espontáneos subrayan información que el hablante no desea necesariamente transmitir a su interlocutor. El hecho de que el lenguaje gestual y el verbal se refieran de manera paralela a los mismos pensamientos constituye un aspecto importante para recuperar palabras, pero también es el punto débil del aparato de comunicación humano.

Explicación involuntaria

Imagínese usted a un vendedor de automóviles que lleva dos horas enseñando sus mejores vehículos a un cliente muy crítico e indeciso. Cuando, de repente, este se pregunta en voz alta si realmente quiere comprar un coche, al paciente vendedor solo le pasa un pensamiento por la cabeza: «Estoy harto». Nada mas pensarlo, las cadenas paralelas de producción oral y gestual comienzan a traquetear. Mientras deben consumarse diversos pasos de producción entre pensamiento y palabra, los gestos se forman en un proceso único, según McNeill, y se emiten de inmediato: el comercial, resignado, expresa con la mano un gesto de dejar el asunto por inútil.

El lenguaje oral se halla controlado en toda regla. El vendedor de coches podría prescindir de cualquier tipo de censura y espetar un «¡estoy harto!» al indeciso cliente. No obstante, lo más probable es que se guarde esos pensamientos para sí y prosiga en un tono cortés: «Enseguida encontraremos lo más adecuado para usted».

Llegados a este punto, la pregunta crucial que surge reza: ¿expresan la comunicación oral y la gestual el mismo mensaje? De manera semejante al vendedor de coches, asentir rápidamente con la cabeza a la vez que negar con las palabras, o realizar sobre la mesa un tamborileo nervioso con los dedos mientras se comenta: «Me siento muy bien», indican conflictos internos. Quien emite señales distintas con cuerpo y habla, miente.

Cuando la persona que habla intenta ocultar una faceta de un pensamiento se produce el equivalente mental a un lapsus freudiano, afirma McNeill. El cuerpo «se va de la lengua» y revela lo que el centro del lenguaje había decidido ocultar en la formulación de la intención comunicativa. Los gestos no siguen gramática alguna; tampoco ofrecen elección entre los registros, las formulaciones y la formación de oraciones. Por ello pueden emitirse con mayor rapidez y emplear esa ventaja para estimular el centro del lenguaje.

Sin embargo, esa rapidez, apunta McNeill, es la culpable de que lo oculto salga a la luz. Según el caso, los gestos resultan unas veces reforzadores, otras mediadores, pero también una suerte de traidores de nuestros pensamientos.

Gabriele Paschek *es experta en psicolingüística y trabaja como periodista.*

Artículo publicado en *Mente y cerebro* n.º 69

Para saber más

An experimental investigation of the role of iconic gestures in lexical access using the tip-of-the-tongue phenomenon. G. Beattie y J. Coughlan en *British Journal of Psychology*, vol. 90, págs. 35-56, 1999.

Growth points in thinking-for-speaking. D. McNeill y S. D. Duncan en *Language and gesture*, dirigido por D. McNeill, págs. 141-161. Cambridge University Press, Cambridge, 2000.

Graded recall success: An event-related fMRI comparison of tip of the tongue and feeling of knowing. A. Maril et al. en *Neuroimage*, vol. 24, págs. 1130-1138, 2005.

Working memory load differentially affects tip-of-the-tongue states and feeling-of-knowing judgments. B. L. Schwartz en *Memory & Cognition*, vol. 36, págs. 9-19, 2008.

Brain dynamics associated with face-naming and the tip-of-the-tongue state: . S. Galdo Álvarez, M. Lindín y F. Díaz en *Psicothema*, vol. 23, págs. 189-195, 2011.

Do age-related increases in tip-of-the-tongue experiences signify episodic memory impairments? T. A. Salthouse y A. R. Mandell en *Psychological Science*, vol. 24, n.º 12, págs. 2489-2497, 2013.

The tip-of-the-tongue states and related phenomena. VV. AA. Coordinado por B. L. Schwartz y A. S. Brown. Cambridge University Press, Cambridge, 2014.

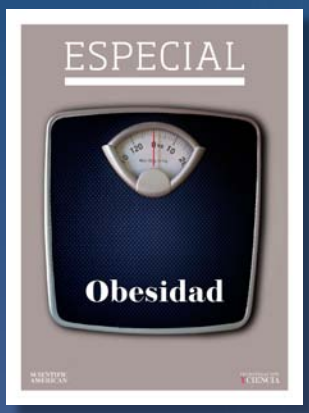
En nuestro archivo

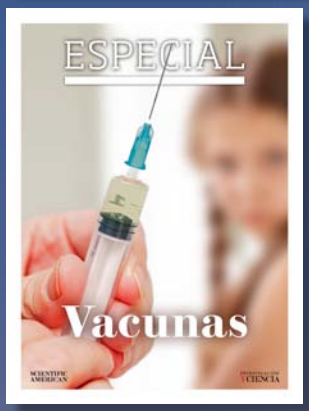
Expresión corporal. Ipke Wachsmuth en *MyC* n.º 19, 2006.

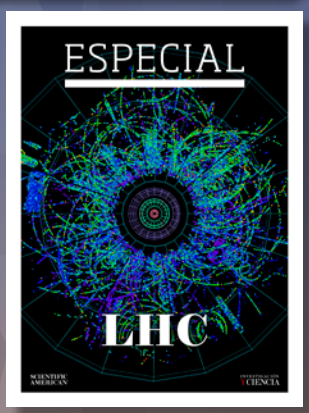
ESPECIAL

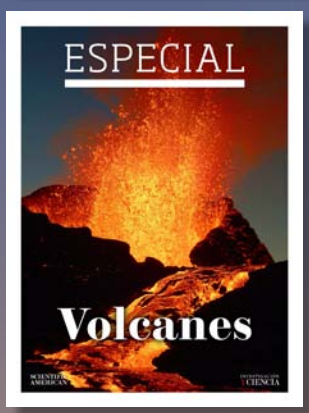
NUEVA REVISTA DIGITAL

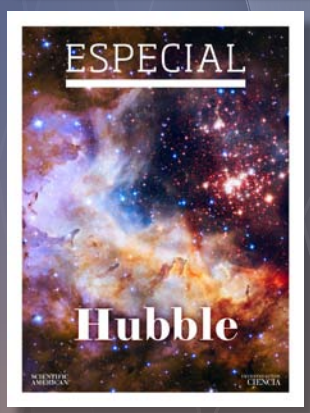
Descubre la nueva publicación que reúne nuestros mejores artículos (en pdf) sobre temas de actualidad











www.investigacionyciencia.es/revistas

Prensa Científica, S.A.

Hablar sin palabras

Considerada antaño una suerte de pantomima, la lengua de signos cuenta con una gramática compleja. El cerebro procesa su expresión en las mismas regiones que dedica al lenguaje hablado

JENS LUBBADEH

EN SÍNTESIS

Gramática corporal

1 El lenguaje de signos aporta una sola diferencia con respecto al hablado: el sonido carece de importancia. Aun así, las áreas cerebrales participantes en cada caso difieren.

2 Según se ha podido observar a través de la tomografía por resonancia magnética funcional, el hemisferio derecho parece intervenir en el lenguaje de signos, fenómeno que no sucede en el hablado.

3 Además de la mímica, los usuarios de la lengua de signos se sirven del espacio y de las expresiones faciales para comunicar.

Un grupo alegre y algo excitado de personas sube al tranvía N en Viena. Visitan por primera vez la ciudad y arden en deseos de contemplar el Prater. Cotorrean, ríen y no paran de contar anécdotas. Curiosamente, todo transcurre en silencio. Solo las manos emprenden vuelos raudos y las caras se dirigen, expresivas, a los interlocutores como dibujando cada palabra con los gestos. Un espectador contempla atónito la escena desde su asiento, sintiéndose excluido de esa forma de comunicación humana. «¿Se sentirán como yo ahora los sordos?», piensa en su interior. Tal vez repare incluso en que el lenguaje por signos permite contar historias, manifestar alegría y reír los chistes.

Que el lenguaje de signos fuera una lengua genuina, con sintaxis, semántica, retórica e ironía, no lo tenían muy claro los lingüistas tiempo atrás. Sin embargo, el principio lógico de funcionamiento es el mismo que el del lenguaje hablado: los símbolos escogidos de forma voluntaria, es decir, convencionales, están dotados de un significado que facilita la comunicación entre las personas. En este aspecto, el danés y el alemán operan exactamente igual que el sánscrito y el swahili.

El lenguaje de signos aporta una sola diferencia: el sonido carece de importancia. El énfasis se pone en la combinación de los movimientos manuales y en la mímica y los gestos corporales. Hay en Europa cientos de miles de sordos y una cifra mucho mayor de personas con problemas de audición. Los sordos poseen una cultura propia, merced en parte a su lenguaje extraordinario; existe poesía mímica e incluso coros mímicos.

Cultura reprimida

Sin embargo, durante mucho tiempo, la situación no resultó tan idílica. Muchos pedagogos de personas sordas no reconocían la lengua de signos. En algunos países lo prohibieron.

Sostiene Helen Leuninger, de la Universidad de Fráncfort del Meno, que «la complejidad lingüística de este lenguaje es, como mínimo, equivalente a la del hablado». Lingüistas y neurocientíficos consideran el lenguaje por señas como un objeto singular de estudio: ¿de qué reglas dispone?; ¿cuáles son de carácter universal?; ¿qué peculiaridades de procesamiento cerebral presenta?

Para abordar su investigación hubo que empezar por erradicar numerosos prejuicios. El primero: «En todo el mundo se habla el mismo lenguaje de signos». Nada más incierto. Igual que cada país tiene su propia lengua hablada, existe una lengua de signos particular, siempre y cuando el país cuente con suficientes sordos y el lenguaje mímico no haya sufrido represión política, que es lo que aconteció, durante largo tiempo, en Alemania. Hasta los años ochenta del siglo pasado, la lengua por signos de Alemania (DGS, por sus siglas en alemán) estuvo prohibida en las escuelas para sordos. Solo se enseñaba el «principio oral», establecido en 1880 en un congreso milanés de terribles consecuencias. En esa ocasión se congregaron profesores de personas sordomudas de diversos lugares del mundo y decidieron integrar

CLAUS SCHÄFERW

LLEVAR

Bebé

Cesto

Mochila

NADAR

Pregunta

Afirmación

RIQUEZA DE LÉXICO

Jana Schwager, profesora de lenguaje de signos, muestra la riqueza léxica del lenguaje de signos. «Llevar» depende del objeto portado: un bebé se lleva de manera distinta de un cesto o de una mochila. «¿Nos vamos a nadar?» requiere una mímica interrogativa; «vamos a nadar», un ademán neutro.

Las manos también tartamudean

¿Qué regiones cerebrales intervienen en el lenguaje de signos? Las regiones del habla de los diestros y de la mayoría de los zurdos se localizan en el hemisferio izquierdo. De la comprensión del lenguaje hablado se encarga fundamentalmente el área de Wernicke. En cambio, en el área de Broca se producen las palabras y las frases. Quien sufre una lesión en esta última zona puede comprender el lenguaje, pero no lo habla con fluidez (afasia de Broca). En cambio, cuando se lesiona el área de Wernicke (afasia de Wernicke) ocurre todo lo contrario.

El grupo encabezado por Ursula Bellugi, del Instituto Salk de Investigaciones Biológicas de San Diego, estudió casos aislados de sordos con traumatismos en distintas regiones cerebrales. Algunos presentaban síntomas equivalentes a los de una afasia de Wernicke: interpretaban correctamente el lenguaje mímico, con toda fluidez, pero entendían de manera incompleta la comunicación de otros sordos. También presentaban una lesión del área de Wernicke.

En cambio, otros pacientes padecían el equivalente a una afasia de Broca y encontraban dificultades para representar las formas y posiciones correctas de la mano. Diríase, pues, que tartamudeaban con las manos. Es cierto que dominaban los signos y otros ejercicios motores finos; solo les fallaba la motricidad del lenguaje. Estas personas, como ocurre con los que se comunican con la voz, presentaban un defecto del área de Broca.

La sorpresa para Bellugi y su equipo fue absoluta: pese a que el lenguaje de signos discurre por canales sensoriales completamente diferentes, se procesa en las mismas regiones cerebrales. Todo indica que existen centros especializados de la corteza que se reservan el lenguaje y que el cerebro no parece capaz de adaptarse al canal sensorial que vehicula la lengua correspondiente.

Muchos investigadores interpretan estos hallazgos como un signo de que la función del lenguaje supone una propiedad congénita. Toda persona nacería con un centro del lenguaje y allí aprendería una o varias lenguas maternas. Al cerebro le resulta indiferente que se trate del lenguaje de signos norteamericano, francés, alemán o del swahili.

Otra investigación con niños nicaragüenses sordos respalda esta tesis. Los pequeños no habían aprendido lenguaje de signos alguno, sino que habían elaborado uno propio. Sin haber dispuesto nunca de un modelo lingüístico, elaboraron con el uso unas estructuras gramaticales cada vez más abstractas, parecidas a las de un lenguaje hablado.

Además, Bellugi y sus colaboradores examinaron a pacientes sordos con un traumatismo, no del hemisferio izquierdo, sino del derecho. En general, este hemisferio se considera responsable de la elaboración de la información espacial. ¿No debería asumir entonces una mayor función en la elaboración del lenguaje de signos?

De nuevo, saltó la sorpresa: los sujetos con traumatismos en el hemisferio derecho no tenían ningún problema para el lenguaje, ni para la representación propia de los signos mímicos, ni para la comprensión de los ademanes ajenos. Así les ocurría incluso a los pacientes con un trastorno grave de las demás funciones espaciales que se mostraban, en consecuencia, incapacitados para dibujar una casa o un elefante a partir de un modelo. Sin embargo, las peculiaridades complejas del lenguaje de signos, que se sirve del espacio,

a los sordos en la comunidad de los oyentes. En coherencia, prohibieron el lenguaje por signos. No fue anecdótico que solo hubiera un sordo entre los maestros asistentes al congreso.

Las escuelas para sordos de los países europeos se convirtieron en meras escuelas del lenguaje hablado y escrito. La lengua de signos experimentó una brutal represión. Uno de los castigos favoritos consistía en atar las manos de los niños a la espalda. En Alemania surgieron medidas de especial dureza, el «método alemán» que los especialistas de otros países implantaron luego.

Este método resultó fatal para los alumnos sordos. Carentes de la función auditiva, los infortunados no controlaban la intensidad con que emitían los sonidos orales y, en consecuencia, no lograban ningún avance. El aprendizaje de la pronunciación se convertía en una tortura, que repercutía en la transmisión de conocimientos. Los muchachos que salían de las «escuelas de sordomudos» estaban condenados, *ipso facto*, a un nivel académico bajo, cuando no se les reputaba retrasados mentales.

Los sordos perdieron su propia cultura lingüística y, con ello, la posibilidad de comunicación. Se destruyó su autoestima y cualquier expectativa de triunfo. Aún hoy perduran secuelas hondas de esta tutela. Muchos sordos consideran ofensiva la palabra «sordomudo».

Pese a las voces críticas emitidas desde la pedagogía y la investigación contra la enseñanza oral, tal proceder se mantuvo, en Alemania, hasta 2002, año en que el gobierno reconocía el lenguaje mímico alemán como lengua de pleno derecho.

La gramática de las manos

El segundo prejuicio contra la lengua de signos reza así: «Los signos de la mímica son plásticos, por no decir pantomímicos». Es decir, se trata-

las dominaban sin ningún problema. Al parecer, el cerebro de las personas que hablan signos no se encarga de todas las competencias espaciales en mayor medida que el de los hablantes.

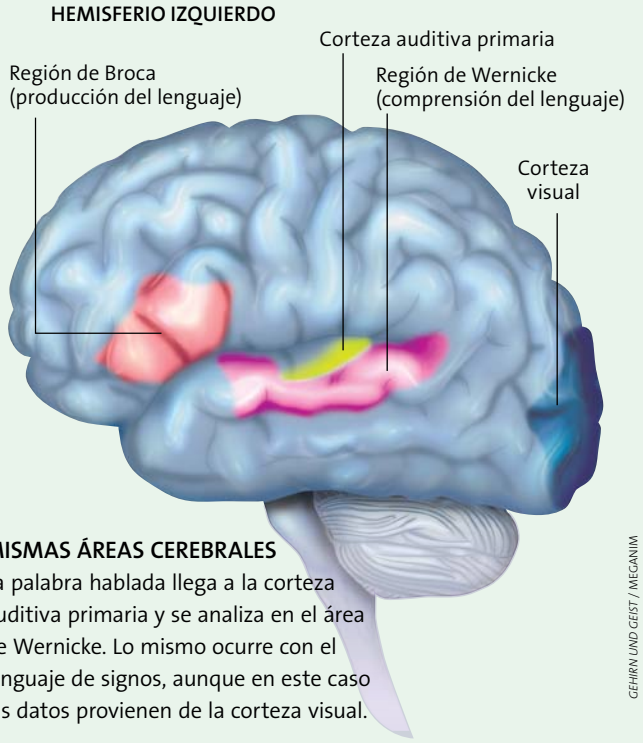
Las nuevas investigaciones han completado el trabajo pionero de Bellugi. Sin embargo, algunos datos también contradicen sus tesis. Esta investigadora era plenamente consciente de la insuficiencia de sus métodos de trabajo. Los estudios asociados a traumatismos solo revelan la relación entre un trastorno y una región cerebral dañada, relación que cabe aplicar a un paciente concreto. Pero tales investigaciones no señalan si en la elaboración del lenguaje interviene otra área intacta y si los resultados hallados pueden trasladarse a otros probandos.

Hubo que esperar al advenimiento de la tomografía por resonancia magnética funcional, en los años noventa, para acercarnos al de las personas que se comunican con la mímica. Helen Neville y Aaron Newman, de la Universidad de Oregón, y David Corina, de la Universidad de Washington en Seattle, aplicaron esta técnica para acotar la participación de la corteza hemisférica derecha en el procesamiento del lenguaje de signos. Compararon la actividad cerebral de tres grupos de personas:

- sordos de nacimiento, que se criaron con el lenguaje de signos norteamericano (ASL),
- oyentes, sin conocimiento del lenguaje de signos, que crecieron con la lengua inglesa y
- oyentes que, como hijos de sordos, se criaron con dos lenguas, la inglesa y el ASL.

A todos se les presentaron frases escritas en inglés y vídeos con frases en ASL.

Se obtuvo el resultado siguiente: en los sordos se activó con fuerza el hemisferio derecho durante ambas tareas, mientras que los oyentes no lo utilizaron en absoluto. Contrariamente a lo imaginado por Bellugi, el hemisferio derecho parece intervenir en el lenguaje de signos. La actividad del hemisferio diestro es un rasgo propio de este lenguaje, no un efecto secundario de la sordera. Así lo confirmaron los resultados alcanzados por el tercer grupo bilingüe. Estas personas oyentes, que dominaban el inglés y el ASL, mostraron una intensa actividad derecha. Los investigadores deberán averiguar la participación del hemisferio derecho en el lenguaje de signos.



MISMAS ÁREAS CEREBRALES
La palabra hablada llega a la corteza auditiva primaria y se analiza en el área de Wernicke. Lo mismo ocurre con el lenguaje de signos, aunque en este caso los datos provienen de la corteza visual.

GEHIRN UND GEIST / MEGANIM

ría de gestos refinados. «¿Por qué realizan estos gestos y no otros?», se preguntan los oyentes. Un interrogante carente de sentido. ¿Por qué llamamos al cielo «cielo» y no «mar»? Es cierto que algunos ademanes transmiten gráficamente el significado y resulta, por ende, fácil inferir su contenido. Pero la mayoría de los signos mímicos es abstracta y convencional. Ha surgido a lo largo de siglos y se ha modificado con el uso; de ahí la dificultad que entraña descubrir su origen. Su génesis no difiere de la aparición de las lenguas habladas.

Con todo, la historia de las lenguas de signos diverge, según la nación, de la historia de las lenguas habladas. Christian Rathmann, lingüista sordo de la Universidad de Texas en Austin y estudioso de tales relaciones, sostiene que «a diferencia del inglés hablado por estadounidenses y británicos, la lengua de signos británica contrasta enormemente con la norteamericana (ASL, por sus siglas en inglés)». A comienzos del siglo XIX, Laurent Clerc, profesor francés del lenguaje de signos, emigró a los Estados Unidos y fundó allí la primera escuela para sordos. En ese país enseñó la lengua francesa de los signos. Así pues, importó el lenguaje mímico francés a Estados Unidos, donde se mezcló con las demás lenguas por signos; de la fusión surgió el ASL. Con otras palabras, el lenguaje de signos norteamericano se halla mucho más impregnado del francés que el inglés hablado en Estados Unidos. Por otro lado, desde la óptica gramatical, el DGS parece más una mezcla del español y del chino y apenas guarda relación con el alemán.

Sin menoscabo de lo anterior, existen un aspecto común a los dos idiomas: el DGS tiene también dialectos. En relación con el margen de variación que se da en las palabras, las variantes del lenguaje por gestos son aún más fuertes que las de dialectos

CLAUS SCHÄFERW

LA FUERZA DE LA MÍMICA
Para manifestar «miedo» es necesario abrir mucho los ojos, torcer la comisura bucal y enseñar los dientes. Para expresar «valentía» se precisa una gesticulación facial neutra o resuelta. En ambos casos, la gesticulación de las manos es idéntica.

como el bávaro o el sajón. En cambio, los dialectos mímicos se asemejan mucho en su gramática.

Islas dialécticas en un mar de lenguas

La variación obedece a razones históricas. Ciñámonos al caso alemán. La cuenca del Ruhr, la llanura de Berlín y las ciudades de Fráncfort, Hamburgo o Múnich se convirtieron en baluartes para los sordos, pues era allí donde se congregaban muchos de ellos. Entre estas agrupaciones apenas había contacto. Antes de la época de la televisión, del vídeo y del videoteléfono, pero sobre todo en virtud de la prohibición de la lengua de signos en las escuelas, este tipo de lenguaje tenía un carácter eminentemente coloquial. No había ninguna norma común —similar a la que establecía la Biblia de Lutero para el lenguaje hablado— y la lengua mímica alemana se iba desarrollando al margen del contacto local de los sordos. Surgieron auténticas islas de lenguas por señas, de las que se derivaron dialectos genuinos; un fenómeno que recordaba lo observado en los pueblos de las montañas tirolesas, que han conservado con menos dificultades sus peculiaridades idiomáticas que las regiones con un intercambio activo y constante con el mundo exterior.

Hay otro motivo adicional en el interés de los lingüistas por el lenguaje mímico. Resulta harto más inextricable que el lenguaje hablado. Quien habla alemán, danés o swahili, emite una secuencia concatenada de sonidos para formar sílabas, palabras y frases. Las lenguas habladas son unidimensionales. Cada sonido se va devanando sucesivamente.

En cambio, la lengua mímica opera en tres dimensiones. Su gramática se apoya en las diferentes regiones corporales. La mano se coloca en una posición concreta, «la posición inicial», y los dedos otorgan una «forma» muy particular a la mano. Existe todo un catálogo de formas manuales, parecido al inventario fonético de los hablantes, al que se suman los movimientos de la mano, los gestos, la forma de la boca y el movimiento del cuerpo. Todo ello transmite un significado simultáneo. En definitiva, el lenguaje mímico rebosa simultaneidad: «Con un ademán verbal se pueden transmitir a la vez hasta nueve informaciones diferentes», señala Helen Leuninger. Así como en el lenguaje hablado hay un patrón fonético determinado (por ejemplo, una palabra) que funciona como portador de la significación, en la lengua de signos esa función es asumida por los patrones visuales.

De «campesino» a «carnaval»

La palabra hablada «campesino» se compone de los sonidos A, C, E, I, M, N, O, P y S que dan la voz correspondiente si se ordenan de la manera adecuada. Contrariamente al tercer prejuicio enunciado, los sordos no tienen un único alfabeto digital. Para expresar el concepto de «campesino» se golpean dos veces la mejilla con el puño cerrado y los dedos dirigidos hacia la mejilla. Si se omite parte del ademán o este se sustituye por otros, surgen palabras nuevas. Esto también ocurre en el lenguaje hablado, pues de «madre» se puede pasar fácilmente a «padre», cambiando solo una letra.

Si se modifica la dirección del movimiento, es decir, en lugar de golpearse dos veces en la mejilla, se frota esta haciendo círculos, surge una variante del símbolo «mamá». Y si el círculo sigue un mo-

vimiento antihorario, se forma una palabra totalmente distinta: «carnaval», en lugar de «mamá».

Las lenguas de signos recurren también al espacio para expresar las relaciones entre el sujeto y los objetos, las interacciones entre las personas y los lugares y muchas otras relaciones gramaticales y de contenido. Así, los objetos pueden fundirse con los verbos. El signo mímico del verbo «llevar» cambia según el objeto. Una cesta, una mochila o un bebé se transportan de modos muy diferentes, que se expresan con tres patrones distintos de la mano

La consistencia de los objetos y los detalles del movimiento se comunican mediante mímica. El símbolo de «libro» transmite, según se resalte el movimiento de la mano, si se trata de un libro pequeño o grande. La lengua hablada no alcanza nunca tamaña fuerza expresiva. «Me levanto de la cama» no dice, en ningún momento, con qué pierna, de qué lado y con qué rapidez lo hago. Para aportar esta información, el alemán necesitaría como mínimo de una frase adicional; sin embargo, el lenguaje mímico la incorpora automáticamente. El intérprete, que traduce la lengua hablada en la de signos, tropieza entonces con problemas. Le faltan datos esenciales para crear los símbolos.

Las interacciones entre las personas admiten una representación especial. El «relator» define para la persona a quien se dirige un punto muy concreto en el espacio corporal del narrador, donde se representan los símbolos mímicos. Para comunicar la frase «Susi ha ido a ver a Hans», prefigura un lugar para Susi y otro para Hans. El lugar de Susi simboliza a partir de ese momento a la persona Susi durante toda la explicación. Para transmitir con gestos la frase «Susi ha ido a ver a Hans», basta con trasladar el signo de «ir a ver» desde el punto espacial de Susi hacia el lugar de Hans. La frase «Doy a Susi una manzana» se representaría de la siguiente forma: los signos gestuales de «manzana» y «dar» se dirigen desde el narrador al punto de Susi.

En este sentido, el lenguaje mímico es muy económico. No necesita rellenar cada frase con datos redundantes —como ocurre con muchas lenguas habladas—, repitiendo una y otra vez «Susi», «Hans» y «yo»; el espacio asume la función gramatical. Con ello, el lenguaje mímico compensa un inconveniente: las manos «hablan» más lentamente que el aparato fonador, pero, al aprovechar el espacio y poder transportar de manera simultánea mucha información, las personas que se comunican con gestos lo hacen con idéntica velocidad.

Signo facial de interrogación

La expresión de la cara reviste una importancia similar para la gramática. Las personas que oyen suelen malinterpretar la mímica de los sordos como una manifestación de sentimientos intensos. Sin la mímica, muchos ademanes se interpretarían equivocadamente. Para expresar «valentía» se precisa una gesticulación facial neutra o resuelta. En cambio, para decir «miedo» es necesario abrir mucho los ojos, torcer la comisura bucal y enseñar los dientes. De esta manera, se despliega un gesto característico de miedo. Sin este gesto, no hay información.

La expresión facial transmite además formas comparativas y aumentativas: «más rápido», «mayor» o «más ancho»; aporta también el carácter afirmativo, interrogativo o condicional de la frase. «Hoy hace buen tiempo y luego me iré a nadar» debe expresarse con una mímica neutra. Si la mímica expresa duda o interrogación, esta frase significaría: «¿Hace buen tiempo hoy?; ¿Me podría ir luego a nadar?». Si el gesto mímico es resuelto —labios apretados, cierre parcial de los ojos— surge una frase condicional: «Si hoy hace buen tiempo, me iré después a nadar».

Las lenguas habladas y la mímica se parecen mucho más de lo que a menudo se piensa. Sin embargo, existe una gran diferencia entre la comunidad de sordos y la de oyentes: los sordos se imponen un nombre mímico. Quien tiene una afición especial, un corte peculiar de pelo u otra propiedad destacada, recibe enseguida un nombre, salvo que se haya prestado a bautizarse antes. Más de uno también recibe un apelativo honorífico. Leuninger ha sido bautizada entre los sordos con el nombre de «transformadora», porque ha hecho posible el reconocimiento de su lengua en Alemania. En general, las personas que hablan con gestos se otorgan ellas mismas el nombre. Así, por ejemplo, el autor de estas líneas, nacido en la capital de Italia, ha escogido como nombre el signo de «Roma».

Jens Lubbadeh *es biólogo y periodista científico.*

Artículo publicado en *Mente y cerebro* n.º 11

Para saber más

Language, cognition, and the brain: Insights from sign language research. K. Emmorey, Lawrence Erlbaum, Mahwah, New Jersey, 2002.

Stumme Stimmen. O. Sacks. Rowohlt, Reinbek bei Hamburg, 2002.

Gestos para aprender

La comunicación mímica con las manos puede revelar conocimientos subconscientes de los alumnos y contribuir a que asimilen información novedosa

SUSAN GOLDIN-MEADOW

Un alumno de primaria al que se le pide que resuelva la ecuación 4 + 3 + 6 = __ + 6 escribe un 13 en el espacio en blanco. Cuando el profesor le pregunta cómo obtuvo ese resultado, el niño responde que ha sumado 4, 3 y 6, y le ha dado 13. Mientras habla, no deja de señalar con una mano el 6 de la izquierda, y con la otra, el 6 de la derecha. Ese movimiento indica que, al menos implícitamente, el alumno se ha percatado de que hay un 6 en cada lado (miembro) de la ecuación. El docente se da cuenta de que basta un pequeño salto mental para entender que esas cantidades iguales en uno y otro miembro se cancelan entre sí, por consiguiente, la respuesta correcta es la suma de los números que quedan en el de la izquierda: 7. Enseña al niño a agrupar el 4 y el 3 y a poner el resultado de esa suma en el espacio hueco; habrá aprendido así a resolver problemas futuros.

El intercambio de saberes descrito sucedió en el laboratorio con motivo de un estudio sobre la mímica y el aprendizaje. Ni el profesor ni el alumno hablaron sobre los dos 6 de la ecuación. Sin embargo, el adulto los vio representados en los gestos del niño, quien de ese modo pedía una instrucción concreta sobre el agrupamiento. Si el alumno no hubiera ejecutado esos movimientos con las manos, el profesor podría haber sugerido otro método de abordar el problema, quizá no tan eficaz.

A menudo gesticulamos al explicar un tema complejo, pero también agitamos las manos en una simple conversación, movimientos espontáneos que no son erráticos sino trasunto de nuestros pensamientos. Los niños que están a punto de terminar un trabajo lo manifiestan a través

de sus gestos. Quienes escuchan, recogen la información que destila de los ademanes del que habla, muchas veces de un modo inconsciente. Los buenos maestros se adaptan a los gestos de los alumnos, alterando sus explicaciones e incluso sus propios ademanes a fin de que asimilen mejor esas enseñanzas personalizadas.

De modo natural, los niños conforman su contexto de aprendizaje con solo mover las manos. Los docentes pueden potenciar ese efecto si les alientan a que gesticulen mientras estudian, lo que contribuye a que afloren sus conocimientos implícitos y, de esta manera, modifiquen su manera de abordar los problemas y las tareas. Además de terminar antes sus deberes, los niños que gesticulan con las manos memorizan mejor el método aplicado. En pocas palabras, gesticular dentro del aula puede facilitar el aprendizaje.

Un portal a la mente

Todos movemos las manos en concordancia con lo que decimos. Existe una gran variedad de gestos: además de apuntar o señalar, podemos simular acciones (por ejemplo, girar los dedos como si abriéramos un tarro) y expresar ideas abstractas (planes futuros llevando la mano hacia delante).

La capacidad gestual es innata: hasta los ciegos de nacimiento gesticulan pese a no haberlo visto nunca. El hecho de que dos invidentes congénitos muevan las manos cuando conversan entre sí sugiere que no siempre gesticulamos para nuestros interlocutores; también lo hacemos para nosotros mismos.

La gesticulación es tan natural que no solemos ser conscientes de ella. En algunos de nuestros experimentos, no explicamos a nuestros sujetos

GETTY IMAGES

EN SÍNTESIS

Claves de los ademanes

1 Las personas invidentes de nacimiento mueven las manos al hablar, fenómeno que sugiere que no solo gesticulamos para quienes nos escuchan, sino también para nosotros mismos.

2 Los niños que están a punto de terminar una tarea manifiestan ese logro con sus gestos.

3 Animar a los escolares a que utilicen las manos en sus explicaciones puede contribuir a que afloren conocimientos implícitos, de manera que se modifica su modo de pensar.

el verdadero propósito del estudio con el fin de evitar respuestas autoconscientes que pudieran comprometer los resultados. No obstante, cuando finaliza el ensayo y les confesamos la intención del experimento, a saber, analizar sus gestos, los participantes se disculpan por no haber gesticulado, pese a haberlo hecho con entera libertad a lo largo de la prueba. Con frecuencia no percibimos los gestos de los demás, aunque sin duda absorbemos la información que estos nos transmiten y la integramos en el contenido que obtenemos a través de las palabras que escuchamos. El fuerte influjo de los gestos en lo que pensamos y aprendemos depende en gran medida de que pasen inadvertidos.

Empecé a estudiar los gestos a raíz de mi interés por los orígenes del lenguaje. En la década de los setenta del siglo XX, investigué a niños sordos que inventaban sus propios sistemas de comunicación solo con las manos; con señales específicas representaban sustantivos, verbos y otras partes de una conversación. Para determinar en qué medida los sistemas de comunicación de esos niños se distinguían de los gestos de su entorno, tenía que saber cómo movían las manos al hablar las personas que oyen. A mediados de los años ochenta, comencé a analizar los gestos de los niños con audición normal mientras pensaban y aprendían.

Desde hace tiempo se considera que los gestos y la comunicación no verbal abren una ventana al talante y las actitudes de las personas. En la época en que abordé este asunto, psicólogos como David McNeill, de la Universidad de Chicago, y Adam Kendon, por entonces en la Universidad de Pensilvania, empezaban a analizar de qué manera los gestos pueden revelarnos no ya los sentimientos de una persona, sino sus pensamientos [*véase* «Expresión corporal», por Ipke Wachsmuth; MENTE Y CEREBRO n.º 19, 2009]. Junto con mis colaboradores seguimos la pista que conduce del gesto al pensamiento. Nuestros análisis durante los 25 años anteriores vinculaban estos característicos movimientos de manos con el naciente estudio de la cognición corporizada: los caminos por los cuales el conocimiento y la consciencia se asientan en sensaciones y acciones físicas.

El sombrero de mamá

En 1986, en uno de mis primeros estudios sobre el tema, observé a unos niños que intentaban explicar sus respuestas a una popular pregunta sobre la conservación de la materia. El experimentador pasaba el agua de un vaso alto y delgado a otro corto y ancho. «¿Hay más, menos, o la misma cantidad de agua en el segundo vaso que en el primero?», preguntaba a continuación a los sujetos. Aunque la cantidad era igual, muchos niños veían que el nivel era más bajo en el segundo vaso y decían que allí había menos agua. Observamos que, al tiempo que los sujetos contestaban con palabras, con frecuencia gesticulaban.

Gran parte de la eficacia de los gestos sobre nuestros pensamientos depende de que pasen inadvertidos

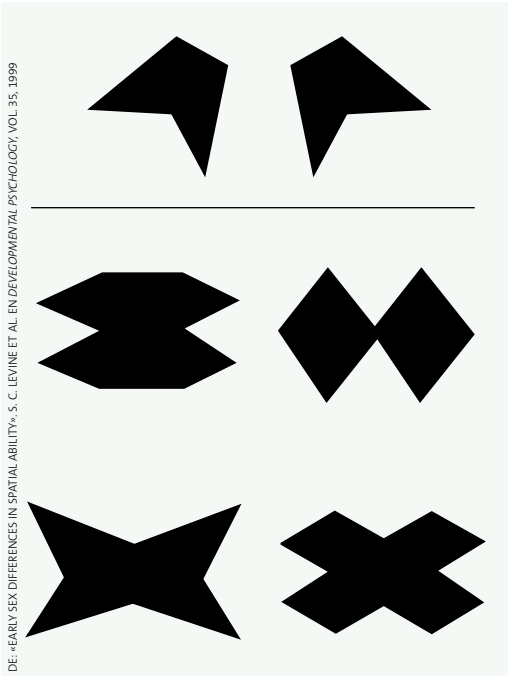
AGE FOTOSTOCK

HACERSE ENTENDER
Los niños pueden comunicarse mejor si combinan los gestos y el habla que si solo utilizan las palabras. Cuando un niño señala un objeto, una zanahoria, por ejemplo, y musita un nombre, «Tomás», quizás intente decir: «La zanahoria de Tomás».

En un intento de extraer el significado de esas señales, grabamos en vídeo la escena, pero suprimimos el sonido, de manera que separamos el gesto de la voz. También escuchamos el audio sin mirar las imágenes con el fin de concentrarnos en la expresión oral. Descubrimos así que, a veces, la información extraída de los gestos infantiles no coincidía con lo que decían. Por ejemplo, un niño indicaba que la cantidad de líquido había menguado al pasarlo al vaso más ancho porque era «más corto». Sin embargo, sus gestos (las dos manos abiertas en forma de «c» como para rodear el vaso) manifestaban, de forma implícita, que también importaba la anchura del recipiente.

De manera análoga, cuando el alumno mencionado al principio de este artículo intentaba resolver la ecuación 4 + 3 + 6 = __ + 6 fallaba, señalaba ambos 6 con sus manos, lo que demostraba que percibía una estrategia para la solución correcta. En otros contextos se producen también estos desajustes entre palabras y gestos, los cuales muchas veces capturan una porción de conocimiento de la que el sujeto hablante no tiene plena consciencia. Un niño que está aprendiendo a hablar balbucea «mamá» mientras señala un sombrero. Con ello no quiere decir que confunda a su madre con un sombrero, sino que combina la palabra y el gesto para expresar «el sombrero de mamá». En 2005 publicamos que estas combinaciones de gesto y habla indican que el niño está a punto de emitir su primera frase con dos palabras. Tras larga observación, podíamos predecir que dos o tres meses después de su primera combinación de gesto y habla, el niño emite su primera frase formada con dos vocablos.

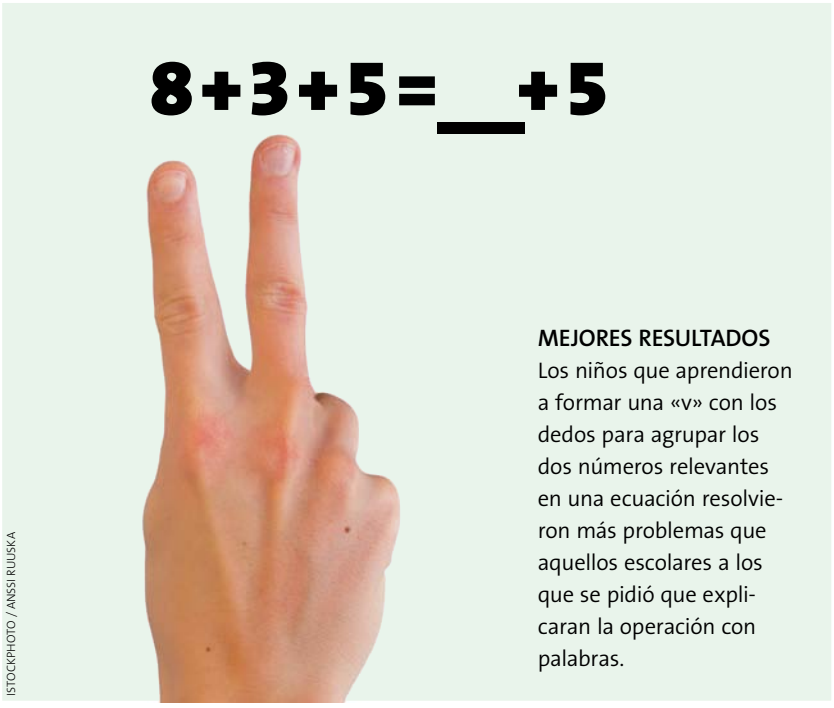
Dicho de manera más general, los individuos cuyos gestos transmiten información diferente a la de sus palabras suelen hallarse cerca de progresar en una actividad o un conocimiento, esté relacionado con la aritmética, el lenguaje o la física. Los gestos de una persona pueden representar un modo distinto de abordar un problema del que expresan sus palabras. Pedimos a unos alumnos de preescolar que combinaran mentalmente dos piezas para determinar en qué figura completa encajarían. Observamos que algunos hablaban de las «puntas» o vértices que presentaba la figura (lo que no ayudaba gran cosa a resolver el problema), pero al mismo tiempo producían un gesto que ilustraba cómo podrían moverse las piezas para componer una de las figuras posibles (*véase figura de arriba*). De la misma manera que en el problema de la suma, los gestos revelaban una estrategia más adecuada que las palabras que los acompañaban.



DE: «EARLY SEX DIFFERENCES IN SPATIAL ABILITY», S. C. LEVINE ET AL. EN *DEVELOPMENTAL PSYCHOLOGY*, VOL. 35, 1999

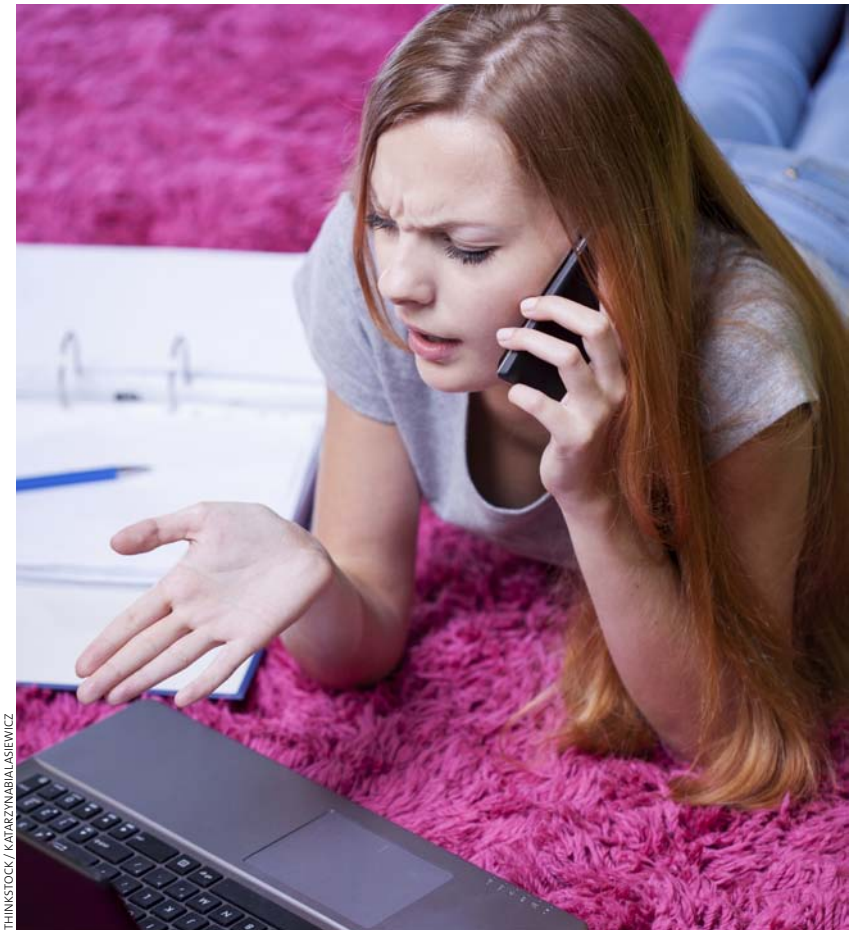
SOLUCIÓN MÁS ACERTADA
Se explicó a unos alumnos de preescolar que combinaran mentalmente dos piezas (*arriba*) para formar una de las cuatro figuras inferiores (la correcta es la última de la izquierda). Con frecuencia, los gestos de los niños indicaban una manera más acertada de cómo resolver el problema que sus palabras.

En esas situaciones, una instrucción explícita sobre el método de resolución del problema suele dar rápidos resultados. La enseñanza tiende a favorecer a los alumnos cuyos gestos difieren de lo que dicen más que a aquellos cuyas palabras y gestos se corresponden. Cuando enseñamos a



ISTOCKPHOTO / ANSSI RUUSKA

MEJORES RESULTADOS
Los niños que aprendieron a formar una «v» con los dedos para agrupar los dos números relevantes en una ecuación resolvieron más problemas que aquellos escolares a los que se pidió que explicaran la operación con palabras.



THINKSTOCK / KATARZYNABIALASIEWICZ

MOVIMIENTO REVELADOR
Gesticulamos aun cuando quien escucha no puede vernos. Los gestos nos ayudan a pensar: en parte, por traer a la primera línea de la mente conocimientos ocultos.

Los profesores deberían instruir a los escolares en formar gestos que expresen determinados conceptos

niños incapaces de resolver un problema matemático o que no comprenden la conservación de la materia, es probable que aprovechen más la instrucción que se les indica aquellos que presenten desajustes entre el contenido de sus gestos y el de su discurso oral. Cualquier observador atento se habría percatado de que el niño del primer ejemplo estaba dispuesto a recibir ayuda para resolver la ecuación, como también lo estaban los alumnos de preescolar que hablaban de «puntas» pero gesticulaban refiriéndose a los movimientos de las piezas. En estos individuos receptivos, la enseñanza puede contribuir a transportar a la primera línea de la consciencia el conocimiento implícito que expresan los gestos. Ello permite sofocar las ideas erróneas o mal cimentadas. Prestar atención a la información que encubren las señales manuales puede revelar qué niños se encuentran listos para progresar.

Consolidar la memoria

La acción de gesticular no solo refleja lo que sabemos; además, puede modificar nuestro modo de pensar, a menudo para mejor, si esa capacidad se estimula de manera adecuada. Enseñar a los escolares a expresarse con gestos mientras hablan acelera su aprendizaje. En un estudio publicado en 2007, las psicólogas Sara Broaders, de la Universidad Noroccidental, y Susan Wagner Cook, hoy en la Universidad de Iowa, junto con Zachary Mitchell, entonces mi ayudante de investigación, pidieron a 70 alumnos de tercero y cuarto de primaria que resolvieran una serie de problemas de equivalencia matemática (como el de 6 + 4 + 2 = __ + 2). Una vez que todos fracasaron en su primer intento, pedimos a un grupo que moviera las manos; otros debían utilizar solo palabras para explicar su respuesta. A continuación, indicamos a todos el procedimiento para obtener el resultado correcto. De nuevo, les propusimos una tanda de problemas. Los alumnos que habían gesticulado antes de la instrucción resolvieron más ejercicios de manera correcta que quienes mantuvieron las manos quietas. Al parecer, el movimiento manual ayudó a que asimilaran la información que se les había explicado en clase.

Asimismo, nos dimos cuenta de que los niños que gesticulaban sugerían con las manos estrategias novedosas que no habían expresado con palabras ni materializado. Uno de ellos señaló el 6, el 4 y el 2 en el primer miembro (a la izquierda) e hizo un gesto de supresión junto al 2 en el segundo miembro (derecha). Con esto venía a decir: «Súmense todos los números de la izquierda y sustráigase el número de la derecha». Ese conocimiento permanecía durmiente en los sujetos a los que no se les pidió que gesticularan, aunque creemos que poseían también ese saber, puesto que todos resolvieron y explicaron los problemas exactamente del mismo modo antes de la lección. En conclusión, los gestos no solo reflejan la presencia del conocimiento implícito; también ayudan a situarlo en el primer plano de la mente de un niño, por lo que contribuyen de manera positiva a su formación.

Además de animar a los escolares a que gesticulen a sus anchas, los profesores deberían instruirles en formar gestos que expresen determinados conceptos. En 2008 descubrimos que enseñar a los niños a ejecutar gestos concretos les ayudaba a recordar lo que habían aprendido. Antes de impartir una lección de matemáticas a 84 alumnos de tercero y cuarto de primaria, junto con Cook y Mitchell, enseñamos a un grupo de ellos a decir: «Quiero que un miembro de la ecuación sea

igual al otro». Les indicamos que en el momento de pronunciar esa frase debían mover las manos de forma que expresaran esa idea (les dijimos que pasaran la palma de la mano izquierda bajo el primer miembro de la ecuación y luego la de la derecha bajo el segundo miembro). A los sujetos de otro grupo les pedimos que repitieran solo las palabras, mientras que a otros más les solicitamos que se limitaran repetir los movimientos manuales.

Seguidamente, Cook enseñó a los niños cómo aplicar la estrategia —tanto gestual como oral— a una serie de problemas matemáticos del mismo tipo. Antes y después de cada uno de ellos, los niños repetían las palabras, los gestos, o ambos a la vez. Tras esa instrucción, todos los alumnos resolvieron de forma correcta el mismo número de problemas. Sin embargo, al repetir la prueba un mes más tarde, solo los sujetos que habían gesticulado durante la clase seguían obteniendo soluciones correctas. El resto regresó a la estrategia de resolución anterior. Lo único importante era que gesticulasen: quienes habían acompañado sus gestos con palabras recordaban tanto como quienes no lo habían hecho. Ello sugiere que enseñar un lenguaje gestual adaptado a la lección puede lograr que la instrucción perdure en el tiempo. En otras palabras, valerse del cuerpo para transmitir una idea consigue cimentar ese conocimiento en el repertorio mental de un niño.

Nos preguntamos a continuación si un profesor sería capaz de inculcar al alumno una idea o una forma de proceder solo a través de los movimientos de las manos, es decir, sin usar instrucción oral alguna. En 2009, explicamos con palabras a los escolares la estrategia para resolver ecuaciones del tipo del tipo 8 + 3 + 5 = __ + 5; también les revelamos, solo sugiriendo unos movimientos de manos, un método distinto: el de agrupación. Algunos de los participantes debían limitarse a repetir «quiero que un lado sea igual al otro»; otros, en cambio, además de pronunciar las palabras, debían mover las manos agrupando dos de los sumandos (*véase la figura inferior de la página 61*). Con miras a determinar en qué medida el efecto podría obedecer al movimiento de manos por sí solo, pedimos a un tercer grupo que recitara la estrategia e indicara con las manos una agrupación errónea. En todos los casos, la instrucción oral del profesor solo se refería a la estrategia de igualar los miembros.

Artimañas de las manos

Es cierto que los gestos transmiten información exacta, pero también pueden engañar. Según presenciamos, los gestos de un profesor inducían a error a un alumno en la resolución de una equivalencia matemática. Por un lado, el maestro describió oralmente la estrategia correcta al tiempo que señalaba los cuatro números que figuraban en la ecuación. El niño entendió el gesto como una instrucción para sumar esas cuatro cifras y escribir el resultado de la suma en el espacio en blanco.

La gesticulación influye también en los testimonios. Se sabe que si se pregunta a un testigo sobre el color del sombrero que llevaba puesto una determinada persona, este puede responder con un color cualquiera aunque sobre quien se pregunta llevara la cabeza descubierta. Pero en un estudio junto con la psicóloga Sara Broaders, de la Universidad Noroccidental, descubrimos la posibilidad de confundir el testimonio de un niño con preguntas más neutras, como «¿Qué otras prendas vestía?», si el entrevistador ejecuta un gesto de «sombrero» (además de quitárselo). Durante el experimento interrogamos a 39 escolares con edades comprendidas entre los cinco y seis años a lo largo de 10 a 12 semanas sobre un concierto de música en vivo que habíamos preparado para sus clases. Se trataba de preguntas relacionadas con sucesos ocurridos durante la actuación y otros inventados. En las entrevistas aportamos detalles, tanto con palabras como con gestos, que podían confundir a los alumnos. ¿Resultado? La sugerencia gestual les despistó tanto como las preguntas sesgadas.

Aunque todos los probandos recitaban el método con el que resolver el problema, los que señalaron de forma correcta la manera de llevar a cabo la agrupación (qué números había que sumar) resolvieron la mayoría de los ejercicios. Incluso los niños que apuntaron con el dedo números erróneos dieron mejores respuestas que los que no se expresaron con las manos. Al parecer, de los gestos, parcialmente correctos, habían extraído aspectos relativos a la agrupación. No solo eso, los gesticulantes que habían mejorado empezaron, de forma espontánea, a comentar las agrupaciones: ello demostraba que el conocimiento se había hecho explícito, aunque el profesor no había tratado el asunto con palabras ni gestos. La capacidad del alumno para explicar la agrupación tras recibir la lección correspondiente se originaba a partir de sus propios gestos: aprendía una técnica nueva sin más que mover las manos de un modo determinado.

Gesticular mientras se habla podría aliviar la carga cognitiva que supone explicar temas complejos

Facilitar el habla

La gestualización también puede aliviar la carga cognitiva, por lo que contribuye al aprendizaje. Ante una cuestión difícil, los movimientos

CORBIS

A DOS BANDAS
Los alumnos se benefician si la profesora transmite información distinta a través de sus gestos y de sus palabras. Al parecer, esta estrategia ofrece a los niños más conocimientos sobre un tema o las posibles soluciones de un problema.

manuales podrían suplir parte de la «reflexión» necesaria, del mismo modo que plantear por escrito un problema facilita su resolución. Con el fin de comprobar dicha hipótesis, evaluamos el efecto de los gestos en un problema concebido para utilizar idénticos recursos cognitivos que la memorización de una lista de palabras. De ser cierto que los gestos alivian el esfuerzo mental (carga cognitiva) para solucionar un problema, el propio acto gestual debería mejorar la capacidad humana para recordar las palabras.

En una investigación que publicamos en 2001, entregamos a niños y adultos una lista de palabras que debían recordar. A continuación, les pedimos que resolvieran unos ejercicios matemáticos y explicaran las soluciones que habían escrito. En algunos problemas —no todos—, los participantes acompañaban con gestos sus explicaciones. Comprobamos que los sujetos recordaban más palabras de la lista cuando habían gesticulado. Según concluimos, los gestos reducían la carga cognitiva del problema matemático, lo que dejaba más capacidad mental disponible para memorizar vocablos.

Junto con el psicólogo Raedy Ping, de la Universidad Loyola en Chicago, descubrimos un efecto similar de los gestos en la carga cognitiva. Pedimos a niños de cinco a siete años que explicaran sus respuestas al problema de la conservación de la materia (el experimento con los vasos y el agua, antes mencionado). Según parece, los gestos servían para descargar información de la mente, con lo que reforzaban la capacidad de concentrarse en otros trabajos o en otros aspectos de un problema difícil. Gesticular mientras hablamos podría, en principio, aligerar la carga mental que supone la narración de asuntos complejos (historias enmarañadas, relaciones interpersonales o la atracción gravitatoria). De este modo, valerse de las manos facilita el discurso y permite atender otros aspectos de la conversación, tales como la expresión facial de quien habla o pensar en la respuesta que le debemos dar.

En clase, la gesticulación sirve, además, para otros fines. Si el docente pone atención en los movimientos de manos del alumno podrá intuir los conocimientos que ha adquirido y determinar para cuáles se encuentra preparado. También revelan los errores en que incurre el niño e intenta corregir por sí mismo. El maestro debería fomentar en sus alumnos el uso de los gestos, no solo para descubrir lo que saben, sino para estimular su desarrollo intelectual.

Por añadidura, la incorporación de gestos en las lecciones puede tener un efecto beneficioso, sobre todo, cuando el profesor sugiere una estrategia correcta con palabras y otra distinta con gestos, por iniciativa propia. En la ecuación 7 + 2 + 4 = __ + 4, el docente explica a los alumnos: «Podéis resolverla haciendo que un miembro sea igual al otro», al tiempo que con gestos les indica la estrategia de sumar y restar. Señala de forma sucesiva el 7, 2 y 4 del primer miembro (izquierda de la ecuación) y después hace un gesto de eliminación sobre el 4 del segundo miembro (a la derecha): con ello sugiere sumar los números de la izquierda y restar el de la derecha. Ofrecer dos procedimientos en modalidades distintas aporta más información al alumno sobre el modo de resolver el problema.

Con todo, los docentes deben cuidarse de no confundir con sus gestos, de forma involuntaria, a los alumnos, pues los movimientos de las manos pueden resultar engañosos. No obstante, por lo general, la comunicación gestual en el aula puede allanar la senda hacia el conocimiento.

Para saber más

Gesture: Visible action as utterance. Adam Kennon. Cambridge University Press, 2004.

Gesture and thought. David McNeill. University of Chicago Press, 2005.

Visible embodiment: Gestures as simulated action. A. B. Hostetter y M. W. Alibali en *Psychonomic Bulletin and Review,* vol. 15, n.º 3, págs. 495-514, 2008.

How gesture helps children learn language. S. Goldin-Meadow et al. en *Language in Interaction. Studies in honor of Eve V. Clark*, págs. 157-171, John Benjamins Publishing Company, 2014.

Watching language grow in the manual modality: Nominals, predicates, and handshapes. S. Goldin-Meadow et al. en *Cognition*, vol. 135, págs. 381-395, 2015.

Susan Goldin-Meadow *es catedrática de psicología en la Universidad de Chicago, donde dirige uno de los laboratorios del Centro para el Estudio de la Gesticulación, los Signos y el Lenguaje.*

VISITA NUESTRA WEB

www.investigacionyciencia.es

FUENTE DE INFORMACIÓN DE REFERENCIA
Más de 10.000 artículos elaborados por científicos expertos.

ORGANIZACIÓN TEMÁTICA
Consulta todos los contenidos de la página web organizados por materias científicas.

BUSCADOR REFINADO
Obtén resultados más precisos con los filtros de búsqueda avanzada.

HEMEROTECA DIGITAL
Accede a todas nuestras revistas digitalizadas en pdf.

ARTÍCULOS INDIVIDUALES
Adquiere por separado los artículos que más te interesen.

NOTICIAS
Reseñas de trabajos científicos actuales elaboradas por nuestro equipo editorial.

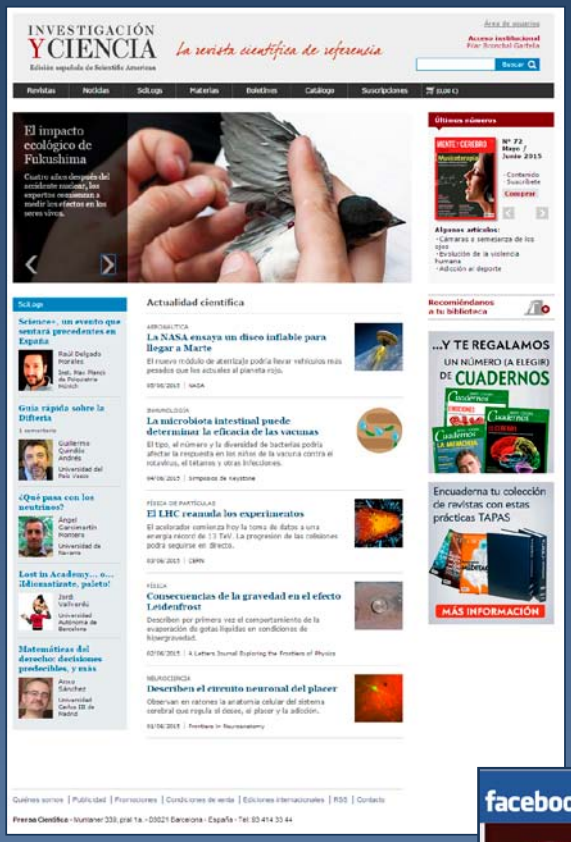
SCILOGS
La mayor red de blogs de investigadores científicos.

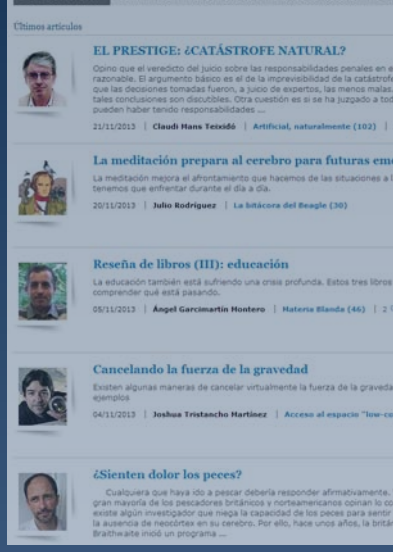
SUSCRIPCIONES A LA CARTA
Accede a todas nuestras publicaciones en el formato que te resulte más cómodo (papel, digital o ambos).

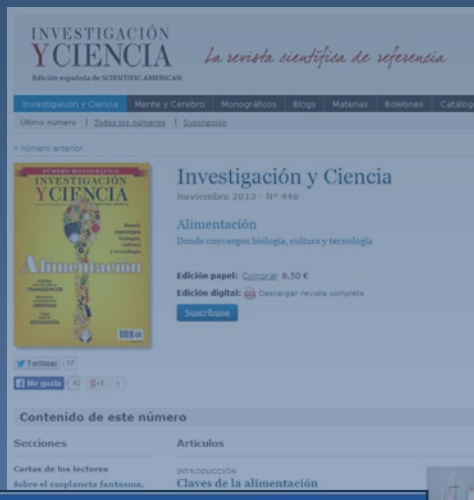
BOLETINES TEMÁTICOS
Recibe gratis selecciones periódicas de todos nuestros contenidos sobre una materia determinada: medicina y salud, energía y medioambiente, astronomía...

REDES SOCIALES
Comparte nuestros contenidos en Facebook, Twitter y Google+.

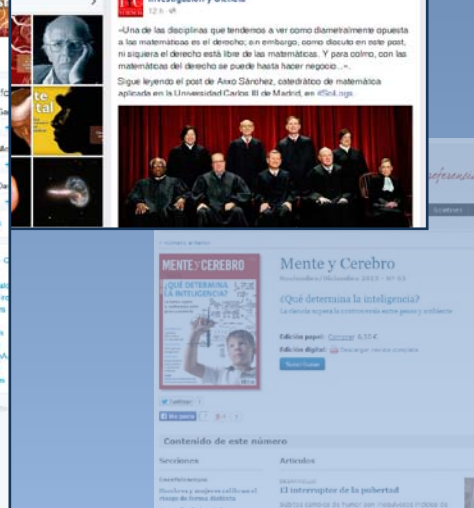
SINDICACIÓN DE CONTENIDOS
Artículos, noticias, blogs...







Síguenos
en las redes sociales



La importancia de la gestualidad social

La influencia de la imitación, el grupo y el carisma en nuestros contactos sociales cara a cara

ALEX (SANDY) PENTLAND

EN SÍNTESIS

Relaciones exitosas

1 Nuestra capacidad de leernos los unos a los otros comienza en las señales fiables. Estas constituyen un sistema de comunicación que permite coordinar la conducta entre los individuos.

2 El lenguaje gestual puede favorecer la sensación de cohesión en un grupo al aumentar la empatía y la confianza entre sus miembros. También influye el carisma de algunos de los integrantes.

3 Los equipos de trabajo con sujetos que presentan un estilo de comunicación influyente y cuyas redes sociales incluyen grupos muy diversos presentan mayor probabilidad de éxito.

Decenios de investigación en psicología social han revelado la capacidad de las personas para «leerse» unas a otras. En contextos tan dispares como la evaluación del profesores en clase, la selección de personal o la predicción de las decisiones de un jurado pueden establecerse juicios humanos precisos a partir de pocos datos de observación. Un gran número de estudios ha llevado a los psicólogos a descubrir que las personas predecimos el desenlace de estas situaciones de modo correcto, de promedio, un 70 por ciento de las veces. Este porcentaje de éxitos se mantiene incluso cuando pronosticamos los resultados de días, semanas o incluso meses posteriores.

¿Cómo logramos esa habilidad? Nuestra capacidad para leernos unos a otros comienza con lo que se conoce en biología como «señales fiables». Los modelos evolutivos predicen que las especies sociales tienden a desarrollar dichas señales, las cuales conforman un sistema de comunicación seguro para coordinar el comportamiento entre los individuos. Por lo general, incluyen gestos, expresiones y llamadas. Las señales fiables suelen ser claves sinceras y provocar cambios en quienes las reciben, efecto que resulta ventajoso para el que las envía.

Es probable que nuestros antepasados usaran señales o gestos para coordinar sus acciones mucho antes de que evolucionara el sofisticado lenguaje humano. Como una relativa novedad en la evolución homínida, el habla se superpuso a los mecanismos de comunicación gestual de los primates más antiguos, los cuales usaban estrategias de relaciones sociales con el fin de encontrar recursos, tomar decisiones y coordinar acciones en grupo. Hoy, entender la influencia de estos mecanismos arroja luz sobre la estructura y función de las redes sociales modernas. Así, las señales fiables pueden aumentar la energía de un grupo de cazadores y, de forma similar, la de un equipo de creativos gracias al entusiasmo contagioso. De la misma manera, la comunicación gestual puede favorecer la sensación de cohesión en una familia al aumentar la empatía y la confianza entre sus miembros.

Si medimos el tiempo, la energía y la variabilidad de interacción en una conversación entre dos personas, podemos registrar varios ejemplos de señales fiables. Nuestra investigación se centra en cuatro componentes de la gestualidad humana: el mimetismo, la actividad, la influencia y la consistencia. Veámoslos. El mimetismo consiste en el acto reflejo de copiar a una persona durante

FOTOGRAFÍA DE YOICHI OKAMOTO, CORTESÍA DE LA BIBLIOTECA Y MUSEO LYNDON BAINES JOHNSON

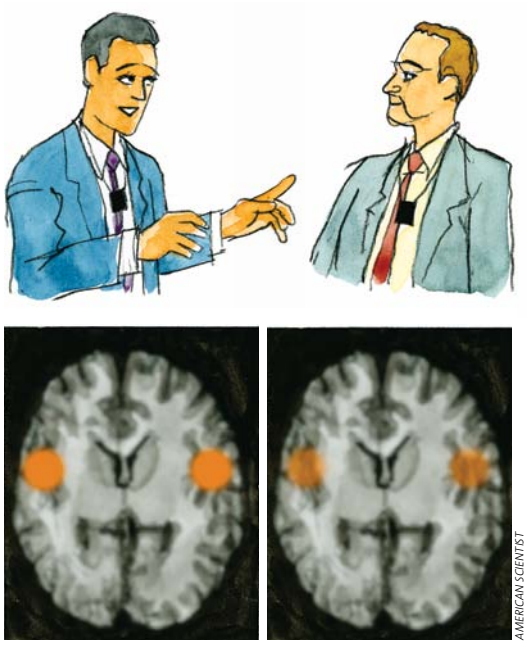
POSTURAS CLAVE
En 1963, el presidente de EE.UU. Lyndon Johnson se reunió en la Casa Blanca con al senador demócrata por Georgia, Richard Rusell. Sin duda, le comentaba un asunto trascedente, pero los aspectos no verbales de su interacción (gestos sociales) probablemente también eran importantes. Obsérvese el modo en que ambos hombres se sujetan los brazos por la espalda, de manera idéntica.

la conversación, lo que resulta en un intercambio inconsciente de sonrisas, exclamaciones y asentimientos con la cabeza. La actividad indica interés y entusiasmo (la conocemos de la relación entre entusiasmo y nivel de actividad que se da en los niños). La influencia se refiere a los patrones de habla que adopta una persona de su interlocutor en una conversación. Finalmente, la consistencia (o fluidez) del habla y del movimiento es percibida como indicador de la pericia del sujeto.

Con objeto de evaluar el impacto de esas señales sociales antiguas, desarrollamos algunas herramientas de medición que dimos en denominar «minería de la realidad». Recopilamos datos mediante placas electrónicas diseñadas especialmente para el experimento; a veces usamos para ello teléfonos inteligentes u otros dispositivos electrónicos. Estos instrumentos revelaban y cuantificaban el papel que desempeñan los mecanismos gestuales de comunicación social en la toma de decisiones. Al examinar el ir y venir del comportamiento gestual en parejas y grupos pequeños —sin prestar atención a las palabras ni a la identidad de los individuos—, pudimos predecir con exactitud el resultado de encuentros de cita rápida, entrevistas de trabajo e incluso de negociaciones salariales. En una amplia variedad de situaciones, desde la gestión de un negocio, pasando por una primera cita, hasta los efectos de una opinión política, encontramos que alrededor del 40 por ciento de las diferencias en los resultados podía atribuirse a modelos de procesamiento de información social basados en la gestualidad. Esta cifra equivale a la influencia que, según algunas estimaciones, ejercen las características genéticas en el comportamiento individual, un porcentaje demasiado importante como para ignorarlo.

Comunicación poderosa

Las señales fiables influyen en actividades que resultan críticas: una negociación, las decisiones en grupo y la gestión de un equipo, entre otras. De hecho, son fieles vaticinadoras del comportamiento humano. Si el miembro de un grupo se muestra alegre y jovial, los otros participantes tenderán a ser más positivos y entusiastas. Este efecto, que se conoce como contagio del estado de ánimo, también contribuye a disminuir las percepciones de riesgo y a aumentar la vinculación emocional en un conjunto de individuos. De la misma manera, las personas tienden a imitarse mutuamente de forma automática e inconsciente. El comportamiento mimético, a pesar de no suceder de manera consciente, ejerce un efecto consi-



AMERICAN SCIENTIST

CÉLULAS PARA LA EMPATÍA
Las neuronas espejo, que se alojan en la circunvolución frontal y el lóbulo parietal inferiores (*imágenes*), pueden estar implicadas en nuestra tendencia a imitarnos unos a otros. Marco Iacoboni, de la Universidad de California en Los Ángeles, y otros neurocientíficos argumentan que dichas neuronas nos permiten ponernos en la piel de los demás, lo que facilita la empatía, como cuando coversamos con alguien.

derable en los sujetos, pues aumenta la empatía y la confianza en el otro. No es de extrañar que las negociaciones en las que existe un elevado grado de imitación entre los participantes resulten más exitosas, con independencia de quién empieza a copiar la gestualidad del otro.

Es probable que esos gestos tengan sus raíces en la biología de nuestro sistema nervioso. Se cree que el mimetismo se halla relacionado con las neuronas espejo corticales, una extendida estructura cerebral que parece exclusiva de los primates y resulta prominente en los humanos. Las neuronas espejo reaccionan a la acción de las otras personas y proporcionan un canal de retroalimentación directo entre los individuos. Los recién nacidos imitan los movimientos faciales de sus progenitores a pesar de su falta de coordinación general. Del mismo modo, nuestro nivel de actividad se encuentra relacionado con el estado del sistema nervioso autónomo, una estructura neuronal antiquísima. Cuando necesitamos reaccionar con mayor resolución (por ejemplo, en situaciones de lucha o huida o de excitación sexual), este sistema aumenta nuestro nivel de actividad. Por el contrario, tendemos a estar apáticos y a reaccionar con menor energía cuando nuestro sistema nervioso autónomo se halla embotado, como ocurre en una depresión clínica. La relación entre la función del sistema nervioso autónomo y el nivel de actividad es tan estrecha que nuestro equipo la ha usado para estimar el grado de depresión.

La mente habitual y atenta

¿Cómo interactúan las señales sociales con el lenguaje? La evolución pocas veces se deshace de elementos que funcionan. Por lo general, construye estructuras adicionales, al tiempo que retiene las antiguas destrezas o subsume viejas estructuras como elementos de las novedosas. Cuando nuestras habilidades para el lenguaje empezaron a evolucionar, es probable que los mecanismos de gestualidad existentes fueran incorporados al nuevo diseño. Mas ¿cómo se ha moldeado la sociedad moderna a partir de nuestros mecanismos de gestualidad antiguos? ¿Hasta qué punto estos mecanismos todavía rigen nuestras vidas?

Daniel Kahneman y Herbert A. Simon, ganadores del premio Nobel de economía en 2002 y 1978, respectivamente, aportaron una respuesta parcial a esa cuestión. Propusieron un modelo de la mente humana con dos partes: una mente «habitual» (automática e inconsciente) y otra «atenta» (lógica y consciente). La primera representa un sistema más antiguo y aporta capacidades mentales similares a las que presentaban los primeros humanos, a saber, rapidez y habilidad para valorar y realizar asociaciones complejas, aunque cojea en el razonamiento abstracto. De acuerdo con esta hipótesis, es probable que la comunicación de los primeros humanos estuviera limitada a señas y gestos simples. Aunque la mente habitual presenta capacidades para aprender comportamientos novedosos a través de la experiencia o la imitación, este aprendizaje queda restringido a asociaciones entre características perceptivas.

La habilidad para ir más allá de un aprendizaje basado en la asociación puede deberse a la contribución clave que la mente atenta aporta a la adaptación de nuestra especie. Pero existen limitaciones inherentes al aprendizaje mediante mecanismos de asociación. Según sugiere Kahneman, estas acotaciones estimularon la evolución de la mente atenta. Además, las capacidades lingüísticas de la mente atenta permiten que los comportamientos novedosos se difundan con mayor rapidez entre la población.

De compañeros y familiares

Una de las conclusiones más sorprendentes a la que llegamos en nuestros estudios sobre la gestualidad social en situaciones cotidianas es que las actitudes y acciones de los compañeros suelen

dominar las creencias y conductas de las personas más que la lógica o los argumentos. Parece que nuestros antepasados de hace 1000 años entendieron este hecho de forma intuitiva; incluso le pusieron nombre: *kith*. De hecho, *kith and kin* («compañeros y familiares») es una expresión arcaica inglesa, aunque pocos angloparlantes conocen el significado de la palabra *kith*. Esta deriva de los términos que en inglés y alemán antiguo se utilizaban para referirse a «conocimiento» y significa un grupo más o menos cohesionado de personas que comparten creencias y costumbres. De ahí surge también la palabra *couth*, que se refiere a actuar con un alto grado de complejidad. Así pues, *kith* es el círculo de compañeros (no solo amigos) de los que aprendemos hábitos de actuación complejos.

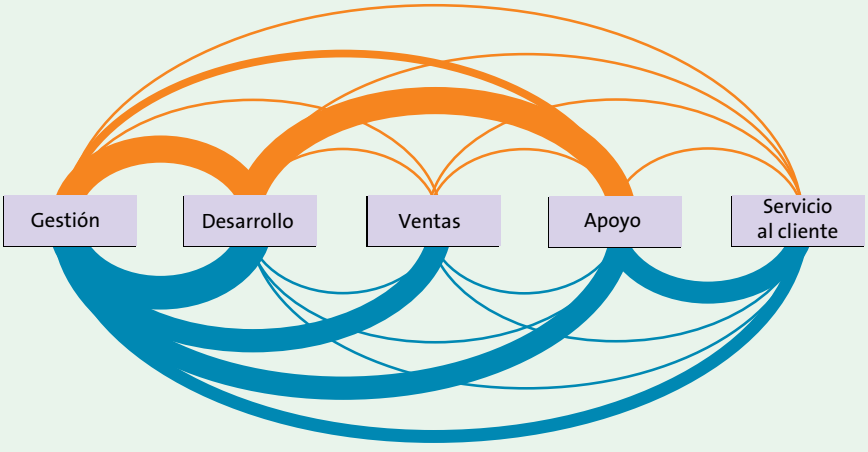
En resumen, parece que los ingleses ya conocían hace un milenio el modo en que aprendemos las personas. Nos guiamos por el sentido común, por los hábitos que nuestros conocidos y compañeros (*kithmates*) tienen en *común*. Este aprendizaje social va modificándonos a partir de la presión social que, por lo general, viene mediada por las señales sociales más que por el razonamiento crítico. El uso de *kithmates* para crear hábitos de «sentido común» constituye otra muestra del modo en que los primeros humanos pudieron usar los mecanismos de gesticulación social para tomar mejores decisiones.

El hecho de que aprendamos imitando a nuestros congéneres podría explicar por qué los trabajadores que pasan más tiempo en la sala de la máquina de café aumentan su productividad. A través de experimentos en más de una docena de empresas, hallamos que la cohesión entre los compañeros de trabajo constituía uno de los factores que más influía en la productividad y la satisfacción laboral. Es decir, el grado de conexión que existía entre ellos (¿las personas charlaban entre ellas?; ¿cuán fuertemente entretejida e interconectada estaba esa red social?).

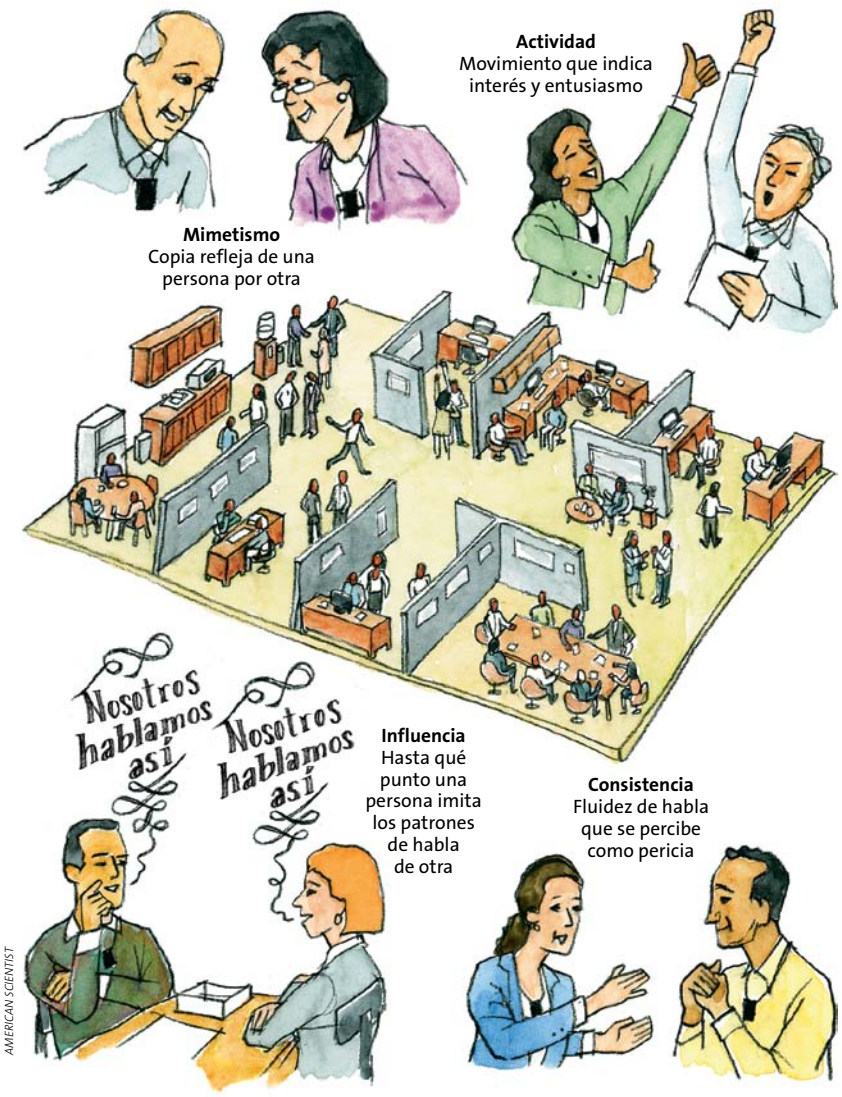
En un estudio realizado en Chicago utilizamos distintivos electrónicos de identificación para registrar los patrones de gestualidad y conversación sociales de expertos en tecnologías de la información. Los dispositivos disponían de sensores de infrarrojos, medidores de localización Bluetooth y acelerómetros con el objetivo de medir el movimiento corporal, además de grabadoras que captaban el tono y ritmo de las voces. Descubrimos que la cohesión dentro de los grupos de compañeros de trabajo constituía un predictor fundamental para vaticinar la productividad. Los trabajadores

Beneficios del contacto cara a cara en el trabajo

El equipo del autor investigó los intercambios de gestualidad social entre empleados de un banco alemán mientras desarrollaban una campaña de publicidad. Mediante dispositivos electrónicos (*fotografías*) midieron el tono de voz, la postura corporal y los gestos de cada probando, además de la proximidad y la postura relativa a otros sujetos, dato que también registraron mediante teléfonos inteligentes. Los resultados revelaron que gran parte del equipo mantuvo un contacto cara a cara limitado con el personal de servicio al cliente (*naranja*), mientras que la comunicación por correo electrónico (*azul*) fue más abundante. Según los autores, un mayor contacto cara a cara podría haber contribuido al proyecto publicitario con puntos de vista útiles.



CORTESÍA DEL AUTOR (*fotografías*)



¿COOPERARÁN O NO?
A través de la gestualidad puede preverse la cooperación dentro de un grupo. Deben tenerse en cuenta cuatro factores principales: el mimetismo, la actividad, el patrón del habla y la consistencia (o fluidez) al hablar. A partir de la observación de esa comunicación, los investigadores sociales pueden predecir con un éxito sorprendente los resultados de las interacciones.

cuya cohesión de grupo ocupaba uno de los tres primeros puestos mostraban una productividad de un 10 por ciento superior a la media.

Ese resultado subraya hasta qué punto somos animales sociales y confirma que la conexión a escala local con otros compañeros resulta de vital importancia. Una mayor cohesión lleva a compartir más cosas: el conocimiento tácito, las actitudes, los hábitos de trabajo y el apoyo social. En resumen, mucha información esencial sobre cómo tener éxito y ser productivo en el trabajo se puede encontrar en la sala del café.

Aprovechar la inteligencia colectiva

Sin embargo, ¿es bueno circunscribirse al sentido *común*, es decir, a las creencias de los que nos rodean? Para responder a esta pregunta es importante entender cómo los mecanismos de gestualidad social ayudan a las personas a decidir cuándo guiarse por los conocidos y cuándo seguir otro camino. Desde un punto de vista teórico, quizá la forma más simple y efectiva de integrar las preferencias individuales en un sentido común útil es a través de un «mercado de ideas». Los mercados de ideas se asemejan a una votación, pero en vez de un voto por persona, dejamos que los individuos expresen sus expectativas de los beneficios asociados con múltiples formas de actuar. Por ejemplo, ¿cuánta comida encontraremos si subimos a la colina?, ¿cuánta hallaremos si cruzamos el río?, y así sucesivamente con cada alternativa. Estas expectativas pueden considerarse apuestas y utilizar la teoría de la probabilidad para sopesar las apuestas en proporción a los beneficios esperados. De esta forma, podemos seleccionar la acción que aumente al máximo el beneficio esperado y reduzca al mínimo el riesgo.

Las personas creamos mercados de ideas de forma natural a través de la gestualidad social. Todos apostamos a las acciones que nos sugieren mostrando un grado determinado de interés mediante la energía de la voz o de los movimientos. Los miembros del grupo «suman» esas manifestaciones para elegir la opción que ha conseguido una respuesta gestual más positiva. En este método de toma de decisiones no se requiere el lenguaje oral. Para elegir la opción ganadora, cada participante tan solo debe indicar al resto de congéneres el interés que le despierta cada alternativa y, a continuación, ser capaz de leer los gestos combinados del grupo. Las abejas sociales y los monos actúan de manera similar cuando deciden sobre movimientos en grupo, según se desprende de investigaciones sobre conducta animal. También la reacción gestual inicial propia en las reuniones de negocios resulta semejante. Esos «uh», «ah» y «uf» tan comunes en las salas de reuniones que acompañan a posturas corporales animadas o decaídas sugieren que nuestros procesos modernos de toma de decisiones preservan e impulsan esos mecanismos antiguos.

Aun así, los retos que afrontan los individuos cambian notablemente a lo largo del tiempo. Como consecuencia, los mecanismos de gestualidad social deben permitirnos seleccionar con rapidez aquellos miembros del grupo apropiados para resolver los nuevos problemas. Ello supone en realidad una cuestión de identidad: la naturaleza del problema determina qué compañeros serán los más adecuados para aprender acciones

nuevas y eficaces. Sin embargo, eso plantea un inconveniente en la toma de decisiones a través de la gestiualidad social, pues cuando las personas se enfrentan a decisiones nuevas e importantes, necesitan formar rápidamente grupos de compañeros que tengan relación con el asunto que desean tratar. En breve, en la vida moderna actual necesitamos determinar si las personas forman parte de círculos de compañeros dinámicos para solucionar según qué problemas.

Para probar esa idea evaluamos la gestualidad social y los patrones de interacción de 81 estudiantes de un colegio mayor del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) durante las elecciones presidenciales de 2008. Les entregamos un teléfono inteligente que registraba quién hablaba cara a cara con quién. Descubrimos que cuando el tema central era político (un debate presidencial), los alumnos cambiaban su círculo y empezaban a pasar más tiempo con los que compartían la misma postura ideológica; en cambio, excluían a aquellos que tenían opiniones contrarias. Esto no ocurría con los canales de comunicación sin contacto cara a cara. Las llamadas telefónicas, por ejemplo, se mantuvieron sin cambios, quizá porque resultaban menos eficaces a la hora de transmitir gestos sociales.

El grado en el que los alumnos formaban un grupo cohesionado, con compañeros que manifestaban opiniones similares, predecía su nivel de interés por la competición presidencial, su equilibrio liberal-conservador e, incluso, su voto final. Para los estudiantes de primer curso, la magnitud de este efecto era similar a la detectada en los experimentos que evalúan la propaganda política y la exposición a los medios de comunicación. Los hallazgos refuerzan la idea de que cuando los individuos se enfrentan a decisiones importantes, tienden a formar grupos de compañeros cohesionados y consolidados, lo que favorece que la gestualidad social fortalezca las creencias y actitudes compartidas.

¿De dónde sale la creatividad?

Hemos visto que estas señales ejercen un efecto mayor en las interacciones cara a cara y en el comportamiento grupal, pero ¿influyen en nuestras capacidades más refinadas? La humilde abeja tiene mucho que revelarnos sobre el flujo de información en las especies sociales. Es sabido que las abejas obreras, tras encontrar buenas fuentes de alimento, regresan a la colmena y comunican, mediante «la danza del vientre», la distancia y dirección de la fuente de alimentación. Es menos conocido, sin embargo, que estos insectos usan ese mismo mecanismo como base para la toma de decisiones en grupo.

Una de las decisiones en grupo más importantes que se toma en una colonia de abejas es la ubicación del nido. Al parecer, emplean una suerte

SCOTT CAMAZINE / PHOTO RESEARCHERS, INC.

MÉTODO DE INFORMACIÓN
Las abejas exploradoras bailan «la danza del vientre» con el fin de informar al resto de su comunidad sobre una prometedora fuente de alimento. Se trata de un patrón de comunicación en forma de estrella: de un individuo a muchos. La danza intensa ayuda, además, a reclutar a más exploradoras para visitar el lugar encontrado y, de esta manera, contribuir a la decisión de trasladarse en masa al nuevo hogar.

UNDERWOOD & UNDERWOOD / CORBIS

HABILIDAD DE CONVENCER

El carisma ayuda a los individuos a introducir ideas novedosas en un grupo. Muchas personas influyentes han sido carismáticas, entre ellas Mahatma Gandhi, líder del movimiento independentista de la India. En 1931, en una visita a los trabajadores en la ciudad inglesa de Darwen, en Lancashire, los lugareños le ofrecieron un recibimiento caluroso, a pesar del boicot que la India estaba haciendo por entonces a los productos de algodón de la industria local.

de mercado de ideas para dirigir la búsqueda. La colonia envía unas pocas exploradoras para que inspeccionen el entorno; cuando regresan, las que han encontrado lugares prometedores indican su descubrimiento con una danza intensa y activa. Como resultado de esta gestualidad social, un mayor número de exploradoras se dirige a los mejores lugares. Tal ciclo de exploración y señales sociales continúa hasta que, al final, muchas exploradoras «danzan» en favor del mejor sitio y el panal se muda en masa hacia ese punto óptimo [*véase* «Toma de decisiones en enjambres», por Thomas D. Seeley, P. Kirk Visscher y Kevin M. Passino; Investigación y Ciencia, septiembre de 2006].

El proceso de toma de decisiones de las abejas pone de relieve la integración y el descubrimiento de la información. Ambos procesos resultan cruciales para toda organización, aunque cada uno presenta requisitos diferentes. La solución sugerida por las abejas combina las redes en forma de estrella (de una red a muchas), mejores para el descubrimiento, con una red ampliamente conectada (de muchas a muchas), lo que favorece la integración. Las redes —sean de abejas o humanas— que varían su estructura de comunicación según las necesidades pueden moldear el flujo de información con el objetivo de optimizar tanto el descubrimiento como la integración.

Nuestros estudios en el MIT han demostrado que ese mismo tipo de oscilación entre descubrimiento e integración parece característico de los equipos de creativos. Llevamos a cabo un seguimiento de los empleados de la sección de mercadotecnia de un banco alemán. En cada reunión registrábamos información sobre su gestualidad social. Hallamos que los equipos encargados de crear nuevas campañas combinaban dos patrones de comunicación. En uno, se colocaban a sí mismos en medio de múltiples flujos de comunicación: un patrón de comunicación centralizado asociado con el descubrimiento. En el segundo, empleaban un modelo de comunicación densa-

mente interconectado, en el que la mayoría de las conversaciones se producían con otros miembros del equipo. Los empleados de los grupos de producción, en cambio, mostraron pocas alteraciones en su forma de proceder; hablaban sobre todo con los compañeros. Un segundo estudio reveló que los equipos de creativos no solo mostraban más variación en la forma de sus redes de comunicación social, sino que el grado de alteraciones en la forma de la red se correlacionaba con lo productivos que se consideraban a sí mismos esos grupos. En conclusión, la oscilación en la forma de estas redes puede predecir la productividad creativa, al menos como la definen las personas de estas redes.

¿Por qué esa manera de proceder incrementaba el rendimiento creativo? Una posible interpretación de los hallazgos sugiere que la oscilación de patrones en un grupo proporciona nueva información que puede integrarse en las mentes habituales de sus miembros. Como la mente habitual utiliza más la asociación que la lógica, puede hacer saltos intuitivos y encontrar analogías novedosas y creativas con mayor facilidad. Asimismo, puede tomar la experiencia de una nueva situación, dejarla «en remojo» durante unos instantes y, finalmente, producir una serie de acciones análogas.

Son bastantes los estudios que demuestran que la cognición inconsciente es más efectiva que la consciente para resolver problemas complejos. La mente habitual parece funcionar mejor cuando la mente atenta (más lógica) no interfiere, como sucede durante el sueño o cuando estamos «consultando un asunto con la almohada». En contraposición, la mente atenta aporta introspección a nuestras acciones, nos ayuda a detectar problemas y a trazar nuevos planes de acción.

El poder del carisma

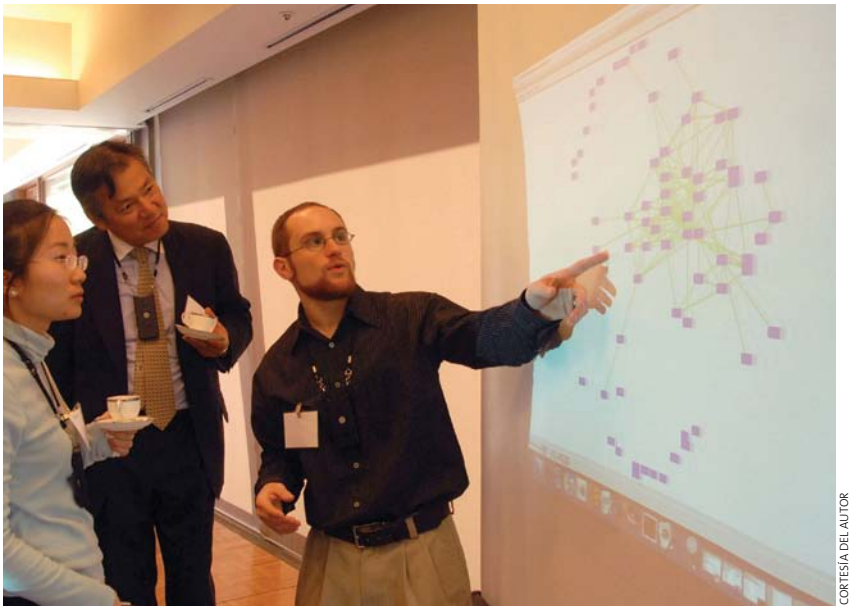
Aunque el uso de los gestos para tomar decisiones parece beneficioso para combinar alternativas e intereses de acción, es posible que no resulte adecuado para aprender nuevos comportamientos. Ello se debe a que el mecanismo de combinación de mercado de ideas tiende a seleccionar solo opiniones de consenso, por lo que no favorece alternativas novedosas o inusuales. En pocas palabras, conduce a un grupo social muy estable y conservador. Esta resistencia al cambio plantea una cuestión relevante: ¿cómo pueden haber facilitado los mecanismos de gestualidad social la creación de nuevos hábitos de actuación a partir de ejemplos externos a la comunidad?

Un posible mecanismo lo encontramos en el carisma. Aunque nadie ha definido el término en detalle, los probandos se muestran de acuerdo con sus características. En concreto, la mayoría afirma que el carisma supone mucho más que una elección acertada de palabras o argumentos. Si se define a partir de sus características operativas, puede entenderse al menos un tipo elemental de carisma, a saber, una habilidad inusual para convencer a los demás a que prueben un comportamiento novedoso. Según esta definición, son carismáticos aquellos con capacidad para lanzar planes de negocios, organizar grupos de trabajo de alto rendimiento y tener éxito en actividades similares. Con todo, destaca que muchas de esas cualidades del carisma parecen implicar la gestualidad social. Según hemos observado, existe cierto estilo de interacción social, susceptible de identificarse cuantitativa y automáticamente a través del registro de la voz y los gestos de las personas, que nos permite predecir con gran fiabilidad si conseguiremos influir en el comportamiento de otros congéneres en diversas situaciones.

Ilustraremos esa posibilidad con una de nuestras investigaciones sobre lanzamientos de planes de negocios. Un grupo de prometedores ejecutivos se reunieron en el MIT con el fin de realizar una tarea importante. Cada uno presentaba un plan de negocio al grupo, el cual debía elegir a continuación las propuestas que consideraba más adecua-

MAPA EN TIEMPO REAL DE LAS RELACIONES SOCIALES

En 2008, Ben Waber, del Media Lab del Instituto Tecnológico de Massachusetts, explicaba en Tokio la visualización de una red social creada a partir del seguimiento de las personas del encuentro que llevaban colgado un dispositivo sociométrico. En la actualidad, estos patrones de interacción pueden observarse en tiempo real en grupos grandes y pequeños. Aunque la técnica resulta prometedora, plantea cuestiones éticas sobre la propiedad y el buen uso de los datos registrados.



CORTESÍA DEL AUTOR

das. Los ejecutivos portaban unos dispositivos que registraban su comunicación gestual. Al analizar esos gestos, pudimos predecir con un alto grado de precisión los planes de negocio que elegirían: al parecer, los probandos centraban su atención en el contenido social de las presentaciones; en cambio, se fijaban menos en la informativa, es decir, la hablada.

Para entender el porqué de ese fenómeno debe analizarse la situación de cerca. Imagínese usted que se encuentra escuchando el lanzamiento de un plan de negocio sobre un tema que no le es familiar. Aun así, el orador le resulta enérgico y entusiasta; además, su presentación es fluida y está bien preparada. Su mente habitual le transmite: «Puede que yo no sepa mucho sobre ello, pero está claro que se trata de un experto y que muestra entusiasmo; así que me imagino que el plan debe de ser bueno». Según nuestra definición, este tipo de presentación puede considerarse carismático, puesto que convence al público para que considere nuevos comportamientos.

En otro estudio, una serie de ejecutivos asistían durante una semana a un curso intensivo de educación ejecutiva en el MIT. El proyecto final, de nuevo, consistía en lanzar un plan de negocios. Esta vez usamos los dispositivos electrónicos para observar a los sujetos en la primera noche del curso. Descubrimos que sus estilos sociales durante las interacciones permitían pronosticar cómo iban a percibirse los planes de negocio de los equipos al final del curso. El estilo que tuvo más éxito es el que denominamos «conector carismático». Estas personas se mezclaban con el resto de los asistentes, escuchaban con gran atención, mostraban estilos de habla fluida y tendían a conducir las conversaciones con preguntas. Cuantos más conectores carismáticos tenía un equipo, mejor consideración despertaba durante el lanzamiento del plan de negocio. ¿El motivo? Al parecer, los miembros de esos grupos trabajaban mejor juntos: los debates de equipo presentaban niveles de compromiso más altos, los turnos eran más ecuánimes y la productividad era mayor. Estas dos propiedades (carisma y conector) suelen ir unidas.

Quienes presentan un estilo de comunicación más consistente e influyente son también los mejores conectores. De hecho, las personas cuyas redes sociales incluyen grupos muy diversos son aquellas que despliegan un estilo de interacción carismático.

Bajo la influencia de la gestualidad

El comportamiento de las personas depende mucho más de su red social de lo que suele pensarse. Los humanos somos animales sociales; nuestros antiguos reflejos para la coordinación social inconsciente nos funden en grupos de compañeros orientados a la solución de problemas (*kith*). Esos grupos influyen poderosamente en nuestras acciones cotidianas. ¿Qué conclusiones prácticas podemos sacar de todo ello?

Por un lado, deberíamos trabajar de forma consciente para disponer de un grupo de compañeros cohesionado y comprometido y ayudarles a adoptar hábitos de acción efectivos. Las personas que se implican en estos equipos no son solo más productivas y creativas; también se sienten más felices, fuertes y satisfechas. ¿Cómo se puede reunir un grupo de compañeros así de valiosos? El estilo de gestualidad del conector carismático es probablemente el único y más importante factor de promoción del éxito de las actividades en grupo: crea un estado de ánimo positivo y contagioso, incrementa la confianza y estimula una participación más equitativa y con una mayor consciencia social. Puede que sea hora de empezar a formar a las personas para que se parezcan más a estos conectores.

Por otro lado, se ha visto que la minería de la realidad ofrece hallazgos prometedores: sus grandes conjuntos de datos revelan patrones sociales antes desconocidos, mostrándonos una imagen de cientos, incluso miles, de personas trabajando juntas. Por supuesto, este método suscita cuestiones éticas que deben abordarse. Esos datos plantean una amenaza potencial a la intimidad. Por ello, es importante que sean los individuos, no las empresas, quienes posean los datos que se utilizan para la minería de la realidad. Eso daría el control del uso de la información al sujeto observado, a quien pertenece. También permitiría a cada uno aprovechar esa fuente de conocimiento para saber cómo trabajar mejor en equipo.

© American Scientist Magazine

Alex (Sandy) Pentland *es director del laboratorio de dinámica humana en el Instituto de Tecnología de Massachusetts y codirige las iniciativas sobre macrodatos del Foro Económico Mundial.*

Para saber más

The ripple effect: Emotional contagion and its influence on group behavior. S. Barsade en *Administrative Science Quarterly*, vol. 47, págs. 644-675, 2002.

The science of subtle signals. M. Buchanan en *strategy+business*, vol. 48, págs. 1-10, 2007.

Mirror neuron system: Basic findings and clinical applications. M. Iacoboni y J. C. Mazziotta en *Annals of Neurology*, vol. 63, págs. 213-218, 2007.

Honest signals: How they shape our world. A. Pentland y T. Heibeck. MIT Press, Cambridge Mass., 2008.

Secret signals: Does a primitive, non-linguistic type of communication drive people's interactions? M. Buchanan en *Nature*, vol. 457, págs. 528-530, 2009.

Collective cognition in animal groups. I. D. Couzin en *Trends in Cognitive Sciences*, vol. 13, págs. 36-43, 2009.

En nuestro archivo

Neuronas espejo. Giacomo Rizzolatti, Leonardo Fogassi y Vittorio Gallese en *IyC*, enero de 2007.

Camaleones sociales. Arnd Florack y Oliver Genschow en *MyC* n.º 48, 2011.

Debate en torno a las neuronas espejo. Arnd Florack y Christian Wolf en *MyC* n.º 65, 2014.

Afasia de Wernicke

Las afasias se caracterizan porque el habla se torna incoherente y absurda. El paciente, en ciertos casos, no comprende lo que le dicen; en otros, crea palabras sin sentido. Toda una mecánica cerebral se encuentra dañada

PATRICK VERSTICHEL

«La chapata en el fisú, los... los musletes que sadoman... ¡Ay! ¡Qué daño! ¡Como... eeh... el taburico del emofor... yo medé... yo me da... yo lo intomé en la pielusa... ¿no? ¿cómo, ya?»

Minerva se halla desconcertada. ¿Está su marido, Ricardo, recitando un texto aleatorio? ¿Habrá perdido la razón? Desde buena mañana, este profesor jubilado de lengua no para de emitir un discurso tan extraño cuan incomprensible. No responde a las preguntas de su mujer y da la impresión de que no comprende nada de lo que se le dice. No parece que se trate de una broma: el propio sujeto se muestra bastante perplejo. El día anterior no ocurrió nada anormal, y aunque nuestro hombre, al levantarse, parecía malhumorado y en el desayuno refunfuñó que solo quería una tostada, nada hacía presagiar el trastorno posterior de sus facultades mentales. Minerva llama a una ambulancia para trasladar a su marido al hospital.

«Se trata, sin duda, de una afasia de Wernicke», dictamina el neurólogo de guardia tras haber practicado varios exámenes neurológicos y haber interrogado a su paciente sin lograr entablar una conversación coherente. Sospechando que encuentra dificultades para comprender el lenguaje hablado, el médico le tiende una hoja en la que ha escrito: «Dígame nombres de animales». «Muy bien», interviene Ricardo, que ha comprendido la petición escrita. Se lanza: «El león, el linde, la sebre, el leyé, el rotelán, el panda, la pantear, la sandente, el ratón, el culal, el conemel, el configal». El profesor retirado parece bastante satisfecho: va a sacar buena nota.

Tras un detenido examen del cerebro mediante resonancia magnética, el neurólogo confirma su diagnóstico. A consecuencia de un accidente cerebrovascular, el paciente sufre una lesión en el lóbulo temporal izquierdo, en una zona esencial para el habla.

¿Qué le ha ocurrido a Ricardo? Enuncia palabras desconocidas y sin significado; mezcla sílabas reales con otras inventadas. No parece darse cuenta de que su discurso es incoherente, pues se muestra incluso complacido con lo que dice.

Para comprender la causa de su trastorno, remontémonos a la segunda mitad del siglo XIX, época en que se observó que una lesión circunscrita del cerebro perturbaba el lenguaje. De este descubrimiento nació la neurología y el estudio neurológico de la cognición. Además, instauró el método de correlación anatomoclínica como vía de razonamiento al afrontar lesiones encefálicas: según esta, cada región cerebral se halla asociada con una determinada función: la motricidad, la capacidad de expresión gestual, el lenguaje, la visión u otras. Cuando una región se lesiona aparece una sintomatología específica. Mediante la observación de los síntomas que exhibía el paciente podía deducirse qué región cerebral había quedado dañada.

El cirujano francés Paul Broca refirió por primera vez, en 1861, el caso de un hombre que había

EN SÍNTESIS

Del cerebro al habla

1 En el siglo XIX y con pocos años de diferencia, Paul Broca y Carl Wernicke establecieron sendas regiones cerebrales imprescindibles para la emisión y comprensión del habla.

2 Todavía hoy, las afasias de Broca y Wernicke, trastornos del lenguaje que han recibido el apellido del descubridor de la correspondiente área afectada, constituyen las bases del estudio de la psicología del lenguaje.

3 Mientras la persona con afasia de Broca presenta dificultades para articular palabras, los sujetos con afasia de Wernicke hablan de manera desmesurada, aunque no se les entiende. Ellos tampoco comprenden lo que se les dice.

THINKSTOCK / LUCHIANO

DIVERSOS EFECTOS

La afasia puede afectar a los diversos aspectos del lenguaje. La expresión oral puede desaparecer por completo, otras veces queda limitada a unas pocas palabras que se emiten con dificultad, y en ocasiones, los vocablos quedan deformados o son reemplazados por términos próximos.

perdido el habla hasta el punto de no poder pronunciar nada más que la sílaba *tan*: en el hospicio de Bicêtre, donde se hallaba acogido, todos le apodaban Tan. Este personaje, en cambio, parecía que comprendía lo que se le decía. Con todo, el estudio de la comprensión del lenguaje que Broca llevó a cabo es bastante sucinto. La autopsia del paciente reveló que presentaba una lesión del hemisferio cerebral izquierdo que afectaba sobre todo a una región del lóbulo frontal situada en la base de la tercera circunvolución frontal. Más tarde, esta región se denominaría área de Broca.

En 1874, un neurólogo alemán, Carl Wernicke, constató que la base de esta región se encontraba cerca de la zona que controla los músculos de la boca y de la fonación, que es el conjunto de fenómenos que desembocan en la producción de lenguaje articulado. Wernicke conjeturó que una lesión próxima a la región cerebral que controla la audición, situada en el lóbulo temporal izquierdo, podría poner en peligro la comprensión del lenguaje hablado. Posteriormente observó dos casos de afasia que parecían confirmar su hipótesis: esos individuos no captaban el sentido de lo que se les explicaba.

Wernicke elaboró entonces su primer modelo anatómico del lenguaje, integrando en ese modelo el área de Broca, situada en una región anterior del cerebro y vecina de la región que controla los músculos de la boca y la producción de la palabra, y una región posterior, o área de Wer-

nicke, cercana a la región auditiva y consagrada a la comprensión oral. Las dos áreas se hallaban vinculadas mediante conexiones de doble sentido, las llamadas fibras de asociación. Este esquema simple ha recibido, desde entonces, retoques y ajustes, pero persiste en sus líneas generales.

En la actualidad se considera que el área de Wernicke descodifica la forma fonológica de la palabra (los sonidos), la organización de las sílabas y las unidades elementales de los sonidos (los fonemas). En otras palabras, no solo se encarga del tratamiento de las frases percibidas, sino que prepara también las respuestas: excava de las áreas que almacenan el repertorio de fonemas y palabras memorizadas los elementos que se integrarán en la respuesta.

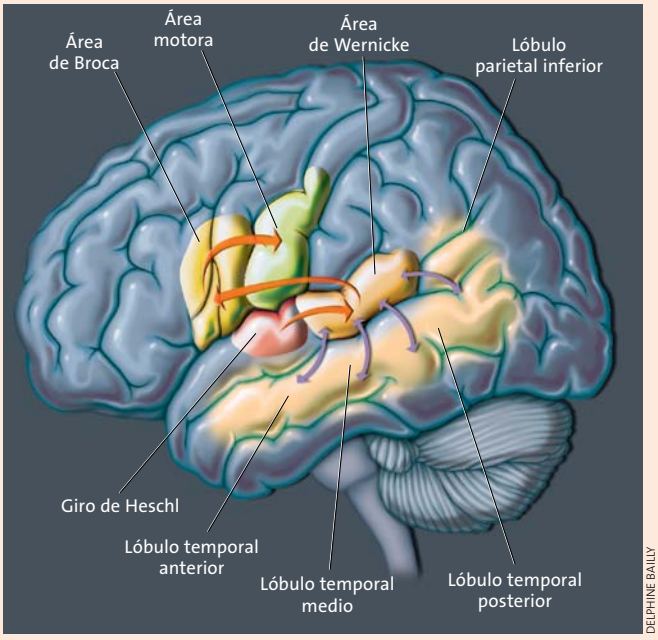
Estas regiones son las áreas temporales adyacentes: los nombres de personas son alojados en la cara anterior del lóbulo temporal; los seres vivos, en la cara media; los nombres de utensilios en la cara posterior. El área de Wernicke es para el léxico algo así como una plataforma giratoria (utilizada para invertir el sentido de la marcha de las locomotoras). Las palabras seleccionadas son controladas por la corteza prefrontal, que interpreta el sentido de las frases y las situaciones, y se asegura de la pertinencia de las frases propuestas. Seguidamente, estas informaciones son transmitidas al área de Broca, que compone el programa motor encargado de hacer interpretar los sonidos por las áreas motoras parietales.

Ricardo padece una afasia de Wernicke, porque su lesión cerebral se localiza en dicha área: el individuo no identifica la composición de las palabras que oye y manifiesta dificultades para reagrupar los fonemas a partir del material de construcción

Máquina cerebral del lenguaje

El cerebro dispone de una compleja maquinaria para comprender las palabras que oímos y preparar las respuestas. Las palabras oídas son percibidas por el giro de Heschl, en los hemisferios derecho e izquierdo. A continuación, las informaciones se transfieren al área de Wernicke y al lóbulo parietal inferior, que analizan de manera conjunta la segmentación en fonemas del vocablo en cuestión (por ejemplo, los tres fonemas de *sal* son /s/, /a/, /l/). El significado del sonido es interpretado por estas zonas en colaboración con la corteza prefrontal. Estas áreas proceden después a «dibujar» sonidos y palabras alojados en el seno de una gran paleta de áreas del lóbulo temporal: el lóbulo temporal anterior, en el que se almacenan los nombres de personas; el medio, donde se albergan los nombres de seres vivos, de animales y de plantas, y el posterior, para los nombres de objetos. En el lóbulo temporal posterior existen «cajones» que permiten clasificar subtipos de objetos: los nombres de instrumentos musicales, de herramientas, entre otros muchos.

El área de Wernicke asegura la descodificación de las palabras que escuchamos y prepara frases para la respuesta, sirviéndose de los términos que tiene a su disposición en las zonas de almacenamiento. Una vez validado por el área prefrontal, que supervisa el significado del discurso, el contenido de esas frases se transmite al área de Broca; corresponde a esta preparar programas motores destinados al accionamiento de los músculos fonadores y asegurar la producción de los sonidos articulados. Ese haz de programas se remite, finalmente, al área motora primaria, de donde parten las órdenes a los músculos fonadores.



Los síntomas difieren de acuerdo con la ubicación de la lesión de la persona afectada de afasia. El daño puede perjudicar al área de Wernicke, de suerte que el tratamiento de las palabras oídas, la recuperación de las almacenadas en las regiones del lóbulo temporal y la construcción de las palabras resultan objetivos fallidos. Cuando la lesión acontece en el área de Broca, la preparación de los movimientos de los músculos fonadores se halla inadaptada, por lo que los sonidos no llegan a producirse. Lo mismo ocurre cuando una lesión afecta al área motora: entre otras dificultades, el paciente no consigue pronunciar las palabras que desearía decir y que han sido correctamente preparadas.

Dos investigadores pioneros: Broca y Wernicke

Las afasias de Broca y de Wernicke, descritas hace 150 años por Paul Broca (*arriba*) y Carl Wernicke, respectivamente, constituyen todavía hoy las bases del estudio de la psicología del lenguaje.

WIKIMEDIA COMMONS / DOMINIO PÚBLICO

WIKIMEDIA COMMONS / DOMINIO PÚBLICO

Afasia de Broca

- El paciente habla poco y tiene consciencia de sus errores.
- Halla dificultad para encontrar la palabra deseada.
- Presenta una deficiente articulación del habla.
- Hace intensos esfuerzos para coordinadar la musculatura de la lengua, la faringe y la laringe.
- Sustituye con palabras deformadas y simplificaciones las palabras más difíciles de pronunciar («biblioteca» se convierte en «biboteca»).
- Usa un gramática reducida, comete errores o suprime partículas gramaticales, como artículos o conjunciones.
- Emplea un estilo telegráfico; también en la escritura.
- Manifiesta una comprensión casi normal del lenguaje.

Afasia de Wernicke

- El paciente habla prolijamente, como en estado de excitación.
- Transforma palabras y utiliza unos términos en lugar de otros y modificados en su composición sonora, de manera que parecen completamente inventados.
- No comprende lo que le dicen los demás ni se percata de sus propios errores.

almacenado en las áreas temporales de su cerebro. La interpretación de los mensajes que recibe y la producción de respuestas a tal lenguaje han sido perturbadas. El discurso resulta incoherente; puesto que, además, el paciente no reconoce sus propias palabras, todo le parece normal.

En todos los afásicos de Wernicke la expresión verbal es anómala: las palabras quedan deformadas y, en ocasiones, completamente irreconocibles. Cuando el habla en su conjunto resulta ininteligible a causa de las anomalías, como en el caso de Ricardo, se habla de jerigonza. El examen cuidadoso de estas jerigonzas, o de formas menos graves, nos informa sobre el modo en que el cerebro elabora el lenguaje.

En algunos pacientes, su peculiar jerga consiste sobre todo en la sustitución de unas palabras reales por otras; por ejemplo, el sujeto desea decir «puerta» y pronuncia «ventana». En estos casos, ocurre como si las palabras siguieran estando disponibles, pero fueran elegidas de modo impreciso en cuanto a su significado; de ello se desprende que las palabras se encuentran en el cerebro «ordenadas» por categorías: la palabra «puerta» con la palabra «ventana» (objetos que se pueden abrir o cerrar y que se encuentran en las casas); la palabra «perro» y la palabra «gato» (ambos, animales domésticos), y así sucesivamente. El afásico que comete esta clase de errores hurga en la categoría adecuada, pero selecciona palabras incorrectas.

En otros casos, los sonidos emitidos por el paciente se asemejan a los que debería pronunciar, pero se hallan deformados. Al mostrarle imágenes y pedirle que las nombre, se constata que «bufé» se trueca en «bofé»; «cigarrillo» se convierte en «sigarito» e, incluso, «pantalón» pasa a ser «zanzalán».

Las enseñanzas de la afasia

El estudio cuidadoso de las correspondencias entre las palabras diana y las pronunciadas pone de manifiesto que se conserva la estructura general, que ambas palabras presentan un mismo número de sílabas y una composición semejante de cada sílaba; sin embargo, el vocablo resultante, aun soportado por este esqueleto, se ve transformado por modificaciones de sus sonidos elementales.

Cuando una persona con afasia de Wernicke pronuncia «alazán» en lugar de «ananás», respeta la forma global (tres sílabas con la composición respectiva de vocal y consonante), pero ciertos sonidos elementales, los fonemas, que son los bloques constitutivos de estas sílabas, han sido defectuosamente elegidos. Este tipo de perturbación, muy distinta de la precedente, donde era incorrecta la elección de las propias palabras, indica que el cerebro, cuando ha de expresarse, procede por etapas sucesivas. Tanto los modelos neuropsicológicos que integran estas anomalías afásicas del lenguaje como los datos experimentales en individuos sanos proponen una cadena de tratamiento de la información lingüística en la que participan áreas cerebrales diferentes.

La situación es distinta en los casos de afasia de Broca. Los afectados presentan grandes dificultades para componer los programas motores asociados a la pronunciación: hablan poco, articulan con dificultad y a menudo se limitan a un lenguaje telegráfico. Las pocas y raras palabras que pro-

nuncian son, no obstante, más reconocibles que en el caso de la afasia de Wernicke. Una persona con afasia de Broca dirá, tal vez, «Checoslaquia» en lugar de «Checoslovaquia». Estos pacientes tienen consciencia de sus errores, porque su área de Wernicke, consagrada a la comprensión del lenguaje, permanece intacta. Su trastorno les hace sufrir más que a los afásicos de Wernicke.

El estado de Ricardo empieza a mejorar después de algunos días. Con los meses, su expresión oral se va depurando más todavía, aunque a menudo no acierta con la palabra exacta. Todavía se producen algunas deformaciones raras. Comprende el significado de la mayoría de las palabras, se percata de sus errores y se esfuerza en corregirlos. Leer o escribir le resulta difícil.

Se estima que la recuperación, favorecida por la reeducación ortofónica, se debe a la puesta en servicio de redes intactas del hemisferio izquierdo y de regiones del hemisferio derecho que normalmente intervienen en el habla. Aunque en la gran mayoría de los casos las afasias se deben a lesiones situadas en el hemisferio izquierdo, se sabe que el hemisferio derecho participa en la comprensión de las palabras, aunque no en su pronunciación. Los circuitos que median entre estas zonas paliativas y el área de Broca dedicada a la pronunciación podrían estar reforzados.

El hemisferio derecho es más sensible a las informaciones que poseen connotaciones afectivas que el izquierdo, más hábil este último para el procesamiento de frases abstractas. Los neurólogos tienen, pues, pocas probabilidades de lograr que un afásico de Wernicke les comprenda si al mostrarle tres dedos de la mano derecha le solicitan: «¿Cuántos dedos ve usted?». Por otra parte, si le preguntan cuántos hijos tiene, la probabilidad de obtener una respuesta es mucho mayor, porque esta información de naturaleza afectiva le resulta más accesible. Poco a poco, mediante la asociación de tareas abstractas a referencias afectivas, se va ayudando al paciente a recuperar el uso de la palabra. De igual forma, la meloterapia, tratamiento que consiste en hacer que los afectados canten textos, en lugar de leerlos en voz alta, resulta de gran ayuda, puesto que el hemisferio derecho intacto es el especialista en música.

Patrick Verstichel *es neurólogo en el Centro Hospitalario Intercomunal de Créteil.*

Artículo publicado en *Mente y cerebro* n.º 15

Para saber más

The spatial and temporal signatures of word production components. P. Indifrey y W. Levelt en *Cognition*, vol. 92, págs. 101-144, 2004.

Mutismo selectivo

Los niños que presentan mutismo selectivo hablan, pero solo con personas de su confianza. La psicoterapia les ayuda a superar su problema de inhibición oral

VERENA AHNE

Aunque Mario* ha pasado la mitad de su aún corta vida yendo al mismo parvulario, nadie de allí ha oído su voz. En el momento del reportaje, a los seis años de edad, pronuncia por fin, mientras mira la cámara fotográfica y la tocaba, un: «Déjame... .¿Puedo apretar el botón?». A pesar de hacerlo en voz baja y con distancia de los demás, Mario habla con las dos personas extrañas.

¿Qué hay de extraordinario en ello? Este niño es diferente a los demás niños: desde los tres años permanece mudo en cuanto un desconocido cruza la puerta del aula; cuando desea una cosa, tira de la manga de alguien; para contestar a las preguntas que le hacen responde con un movimiento de cabeza para afirmar o negar. Si se siente atormentado, circunstancia que sucede con frecuencia, cierra los ojos como si se corriera una cortina interior.

Los terapeutas califican estos casos de mutismo selectivo. En determinadas circunstancias, los niños o jóvenes afectos no pronuncian ni una palabra a pesar de que en otras situaciones hablan sin problema: a diferencia de lo que ocurre en el mutismo total, conversan cuando se sienten seguros (si se encuentran solos con su madre, por ejemplo). Por otro lado, la mayoría de ellos ni siquiera ríen, lloran o gritan de dolor.

También Mario habla solo con unas cuantas personas elegidas: su madre, su padre, los abuelos, el vecino, una amiga de su madre y un niño mayor que él con el que disfruta jugando, ya que no se comporta de manera tan violenta como los demás. Las palabras que pronunció el día de la visita de las periodistas al centro supusieron un verdadero hito alcanzado tras unos meses de terapia conductual.

En la consulta de la psicoterapeuta Gabriele Biegler-Vitek se organiza un grupo de diez personas. Son niños y niñas que acuden allí cada lunes y desde hace más de un año por motivos dispares. «¿Cómo estás?», pregunta la terapeuta al joven rubio que tiene a su lado. Se inicia así un turno de preguntas de bienvenida. Los niños responden con locuacidad. «A mí me ha ido bien», responde Mario cuando le toca el turno. Lo dice susurrando, tan bajito que apenas puede entenderse tres asientos más allá. Sus ojos dirigen la mirada a la terapeuta; le cuenta solo a ella lo que en realidad debería explicar al grupo. En la hora siguiente, la psicóloga, alegre y resolutiva, se cuida de que el niño se dirija directamente a otro cuando quiere pedirle algo. Él cumple lo que se le pide, pero nunca actúa por iniciativa propia.

No obstante, en la consulta logra lo que en el parvulario y durante los juegos no consigue: hablar. A Mario le resulta extraordinariamente difícil crearse un espacio entre los otros niños; siempre se nota marginado. La situación en el grupo terapéutico es diferente: se siente protegido y sabe que puede conversar a su ritmo. El contexto experimental le sirve de entrenamiento para, más tarde, desenvolverse en el «exterior».

El mutismo es el tema principal de interés de Biegler-Vitek. «Quiero a estos niños», reconoce, «pese a sus diferencias, tienen muchas cosas en común.» Son personas normales que se sienten cohibidas y se mueven titubeantes con los brazos apretados contra el cuerpo y la cabeza baja. Sus compañeros de profesión le derivan los casos de mutismo. «Cuando alguien no pronuncia ninguna palabra, muchos terapeutas llegan al límite de sus posibilidades», explica la terapeuta, quien ha tratado a unas dos docenas de niños y niñas con mutismo selectivo. Habida cuenta de que se trata

EN SÍNTESIS

Mudos e inseguros

1 Los niños con mutismo selectivo son callados, solitarios y tranquilos. A menudo pasan inadvertidos, lo que también sucede con su trastorno.

2 Aunque se desconocen las causas del mutismo selectivo, se sabe que este trastorno es más frecuente en niños políglotas y con antecedentes familiares.

3 El tratamiento psicoterapéutico basado en la terapia conductual y la logopedia contribuye a superar la inhibición oral.

* Nombres alterados por la redacción.

TODAS LAS FOTOGRAFÍAS DE ESTE ARTÍCULO: VALERIE ROSENBURG

HORAS SILENCIOSAS
Mario es un niño con mutismo selectivo. En su casa habla con normalidad; sin embargo, en el parvulario mantiene un pertinaz silencio.

de un trastorno que rara vez se diagnostica, es un número muy elevado.

Trastorno que pasa inadvertido

Es posible que el mutismo selectivo sea mucho más frecuente de lo que se supone. En la bibliografía internacional se estima que entre un 0,1 y un 1,9 por ciento de los menores de 15 años presentan este trastorno, aunque se trata de cifras basadas en muestreos restringidos. Los porcentajes reales serán más altos, porque un niño callado pasa inadvertido. «El mutista es como un objeto de color gris sobre un fondo gris», escribe Mira, de 45 años, en el Foro Alemán para la Autoayuda a los Pacientes con Mutismo. De niña también ella guardó silencio largo tiempo. Los afectados evitan a toda costa llamar la atención.

Según algunos datos, el mutismo selectivo es más frecuente entre los niños políglotas. Mario habla con sus padres en alemán o italiano. Algo más elevado parece ser el riesgo entre los emigrantes, tal vez porque, de repente, se ven en un ambiente en el que no entienden ni son entendidos. Lo mismo ocurre con niños cuya familia experimenta un grave trastorno social. Los especialistas hablan en estos casos de «mutismo del emigrante».

Con frecuencia, los familiares no se dan cuenta del problema. Creen que el niño es simplemente testarudo o tímido, sobre todo porque en casa habla con normalidad. Por ese motivo, muchos padres, cuidadoras de guarderías infantiles, docentes y terapeutas consideran que el problema se irá resolviendo de alguna manera por sí mismo,

EN LA ESQUINA
Aunque los demás niños se hayan acostumbrado al silencio de Mario, este suele permanecer aislado. Rehúye la participación en las actividades que requieren hablar.

Signos de alarma

- El comportamiento del niño es normal en casa, sin embargo, no habla en presencia de personas desconocidas.
- La conducta de enmudecimiento persiste durante varios meses y parece que no mejora.
- El silencio es pertinaz.
- El niño evita emitir sonidos como carraspear, toser, estornudar o reírse (sonoramente).
- Si se le dirige la palabra, agacha la cabeza o se queda mirando fijamente.
- Se acomoda a su silencio: desarrolla su propio sistema de signos o usa a otras personas como «portavoces».
- En el juego, no emite ningún tipo de sonido.
- De forma eventual, pueden aparecer otros trastornos del lenguaje: tartamudez, retraso en el desarrollo del habla o pronunciación defectuosa.
- También pueden surgir ciertos problemas conductuales, entre ellos, temor a las relaciones sociales, ánimo depresivo, cambios de humor, enuresis u onicofagia.

(Según Nitza Katz-Bernstein, 2005. Véase la bibliografía)

que mejorará cuando el niño empiece a ir a la escuela o cambie de profesor. Sin embargo, se trata de una visión demasiado simplista.

No es un problema de voluntad

No se debe asimilar el mutismo a una negación voluntaria a hablar que el individuo puede romper cuando quiera. Antes bien, se trata de un grave trastorno de condicionamiento emocional. Sin ayuda profesional, los niños permanecen largo tiempo en silencio.

¿Qué significa esta conducta en la vida diaria? En el parvulario, Mario no va al lavabo porque no puede comunicar a la cuidadora su necesidad. Un día tras otro renuncia al segundo desayuno. «No come», explican los otros niños cuando le pregunto si no le apetece tomar unos trozos de fresas y melón que tiene a su alcance. Los adultos piensan que todo le va bien: «Todos le queremos mucho, no tiene problemas, lo único que hace es no hablar». ¿Y Mario? Me toma de la mano y me lleva a la ventana, señala hacia una esquina del jardín mojado por la lluvia donde le gustaría estar. «¿Qué haces allí?», le pregunto. «Allí no me ve nadie».

El silencio aísla y hace más difícil la vida. De continuar así un par de años más, sin recibir tratamiento, Mario no se sentirá capaz de ir en metro, ni de salir con sus amigos, si es que encuentra alguno. En la escuela fracasará. Tal vez un psicoterapeuta le diagnosticará trastorno de ansiedad o fobia social.

Con frecuencia aparecen síntomas de mutismo en varias generaciones de la misma familia. «Los silenciosos no proceden nunca de familias charlatanas», explica Boris Hartmann, terapeuta del lenguaje y experto en este trastorno, para subrayar el frecuente cúmulo familiar de casos de mutismo. Se discute si la disposición se transmite por los genes o si su origen se debe a un problema educativo. En todo caso, en estos niños los padres y madres introvertidos, las abuelas muy tranquilas y los tíos u otros familiares tímidos son mucho más frecuentes que la media.

El padre de Mario no hablaba en el jardín de infancia de su Italia natal. Rompió su silencio cuando tuvo que ir a la escuela. Con todo, los progenitores de Mario no quieren confiar en esa esperanza. En colaboración con Biegler-Vitek se proponen que, en otoño, cuando entre en la escuela, su hijo hablará.

Una acertada decisión. Cuanto más largas se den al tratamiento del trastorno, tanto más probabilidades existe de que su curso resulte desfavorable. «El niño perdería una parte de socialización, que ya no recuperaría», advierte Nitza Katz-Bernstein, psicoterapeuta infantil. «Los niños tranquilos se convierten de mayores en personas introvertidas, poco habladoras. Algunos no pronuncian una palabra hasta bien entrada la edad adulta.»

El mutismo precoz aparece casi siempre al empezar el jardín de infancia, es decir, a la edad de tres a cinco años. El mutismo escolar, o tardío, se presenta entre los cinco y los ocho años. Mario tenía tres cuando comenzó a ir al parvulario. Siempre ha sido un niño tímido, observador, que se habitúa fácilmente a los lugares y, si está a gusto, no quiere que se lo lleven de allí. Hasta ahora la madre no sabe qué pasó, ni siquiera si pasó algo. Lo único que percibió es que el niño empezaba a mostrarse retraído. Era un proceso apenas explícito: «Al principio no se notaba, pero al cabo de un par de meses se iba a un rincón y se pasaba allí horas y horas hasta que volvía a recogerlo. Fue terrible».

«¿Quién quieres ser?»

El niño dejó de hablar con familiares y amigos. Al año siguiente cambió de profesora en el parvulario, pero no experimentó ninguna mejoría. La nueva docente consultó la conducta del niño con una compañera, maestra como ella y psicoterapeuta, quien se percató de inmediato que se hallaban ante un caso de mutismo; le recomendó que acudiera a Biegler-Vitek.

En la consulta vienesa los niños se preparan para representar cada semana un papel. Se disfrazan en coherencia: chaquetas, pantalones, trajes completos. Mario se levanta, agarra un sombrero y se vuelve a sentar. La terapeuta pregunta: «¿quién quieres ser?». «El alcalde», responde en voz muy baja. «¿Por qué?» Quiere atender a todos en la ciudad. Según comenta Biegler-Vitek más tarde: «Hasta entonces no se creía capaz de conseguirlo».

Las reglas del juego se acuerdan entre todos: los «malos», el incendiario, el cazador y el espía, deben quedarse quietos y dejarse detener cuando pase por la calle el alcalde. «Estás preso», susurra Mario en ese momento; los compañeros alargan las manos para que los espose. Él se mueve despacio, pausadamente. Los otros se pelean, se enfadan, riñen o practican para labrarse una carrera como cantantes. Si la terapeuta no cumple las reglas, Mario se le acerca y le dice por lo bajo «Estás detenida» en medio del griterío general.

Para él, los acontecimientos proceden con excesiva celeridad. Biegler-Vitek sostiene que los niños mutistas no pueden seguir todas las interacciones, ni acompasarse a los bruscos cambios de emociones. Este trastorno no se debe como consecuencia de un traumatismo, error que se repite con demasiada frecuencia. Posiblemente el mutismo selectivo se encuentre instaurado desde el nacimiento: el lactante afecto muestra ya cierta debilidad o incapacidad para regular sus niveles de irritación. Por lo común, los niños se retraen cuando reciben una avalancha de estímulos desde el mundo exterior, en espera de que disminuyan. Los adultos reaccionan de forma intuitiva en algunos casos y los soslayan.

Biegler-Vitek explica que los niños que padecen mutismo se manifiestan incapaces de semejante dosificación. Desamparados, nadan en un mar

CORREO SILENCIOSO
En la terapia de grupo, Mario se ejercita en la comunicación verbal con los otros niños.

«Los niños tranquilos se convierten luego en personas introvertidas, taciturnas. Algunos siguen sin pronunciar ni una palabra hasta la edad adulta»

Nitza Katz-Bernstein, logopeda y terapeuta infantil en la Universidad de Dortmund

PRUEBA DE VALOR
En los ejercicios dramáticos, Mario representa el papel de «alcalde». Para mantener el orden en su ciudad debe aprehender y enviar a prisión a los «delincuentes».

Consejos para afrontar el mutismo selectivo infantil

El mutismo selectivo no se debe a errores educativos, pero es posible que estos lo aumenten. Ciertas medidas pueden ayudar, junto con el tratamiento, a que el silencio del afectado no se agrave.

- No actúe como «portavoz» del niño.
- Distribuya por igual los derechos y deberes de la familia; el hijo con mutismo debe contribuir a las obligaciones domésticas en la misma medida que sus hermanos.
- Estos niños no deben disponer de un lugar especial ni en el jardín de infancia ni en la escuela. También en estos lugares han de tener las mismas obligaciones que los demás (regar las flores, limpiar la mesa, borrar la pizarra, participar en las excursiones, etcétera).
- Preste atención a las actividades en el tiempo libre adecuadas para su edad. Estos niños suelen ser inseguros y temerosos en sus movimientos, por ello, llevar a cabo tales actividades (aprender a ir en bicicleta, trepar por escaleras de madera o patinar) suponen un importante paso para vencer su temor.
- Celebre el cumpleaños del niño y otras fiestas, incluso cuando él no quiera invitar a nadie.
- Si los propios padres se sienten inseguros, deben entrenar las relaciones sociales: pueden invitar con regularidad a que les visiten los compañeros de juegos de su hijo y sus padres.
- Estimule la autonomía del niño para combatir su posible conducta de «desvalido»: deje de asumir actividades cotidianas como atarse los zapatos, comer o lavarse las manos.
- Refuerce el rol de padre. Con frecuencia, la madre quiere proteger al niño en exceso, incluso de los juegos «violentos» con el padre. Ello aumenta los temores del niño al tiempo que conlleva el riesgo de que el progenitor se retraiga, lo cual puede reforzar la relación simbiótica con la madre.

(Según Boris Hartmann, 2006. Véase bibliografía)

EXPULSAR EL MIEDO
La logopedia dispone de métodos para ayudar a que los niños con mutismo vuelvan a encontrar su voz. Una de las tereas en este proceso, consiste en dirigir una bolita verde con el soplo a través de un laberinto.

de señales que no pueden ordenar con suficiente rapidez, ni controlar. Con las personas más próximas, por ejemplo la madre, suele funcionar cierta convivencia. Sin embargo, en cuanto están presentes varias personas o algún extraño se sienten superados.

La mayoría de los niños y niñas que padecen mutismo ya fueron de pequeños tímidos y miedosos en presencia de personas extrañas. Si se ven obligados a abandonar un ambiente habitual, que contribuía a compensar su debilidad, aumenta su inseguridad y se convierte en temor: tienen miedo a hacer algo mal, a ser objeto de mofa o a convertirse en centro de atención. Hartmann ve en ello el origen de la inhibición del habla.

Perfeccionismo dañino

Es típico de estos individuos un exaltado sentido de la perfección, que agrava el problema. Consideran que el lenguaje —incluidas las señales no verbales— no es suficiente para superar su incomodidad ante extraños; por eso enmudecen. Se pone en marcha un círculo vicioso: para ayudar al niño, y también para evitarle momentos desagradables, otras personas hablan por él. Si una vecina le saluda, es su hermana la que contesta. Si se le ofrece algo, el padre da las gracias. Sin percatarse de ello, la familia crea un ambiente en el que asume el papel de portavoz.

Pronto, todo gira en torno al niño mudo: en casa con los hermanos, en el parvulario o en la escuela. Esta situación especial supone un trastorno secundario. La terapeuta, que realiza también visitas privadas a sus pequeños pacientes, cuenta casos de auténticos tiranos que tratan a su familia de manera despótica. Los familiares no lo advierten; tampoco los estimulan para que dominen sus impulsos.

El conjunto de todos estos factores contribuye a mantener el mutismo. Pero mantener no es de-

sencadenar. Los responsables del silencio del niño no son ni la madre ni el resto de la familia; solo reaccionan al especial comportamiento del niño. Cuanto antes se tenga consciencia de la situación, tanto mejor. Según la experiencia de Katz-Bernstein, a la edad de Mario las probabilidades de que el niño responda bien a la terapia son de 9 a 1.

En niños mayores y jóvenes, los problemas se enquistan y demandan más tiempo. Resulta contraproducente someter el paciente a largos años de psicoterapia pintando cuadros. Expresar sentimientos mediante la música o llenado libretas enteras con palabras y no pronunciar ni una sola voz es perder una preciosa oportunidad que exaspera a Biegler-Vitek. «Lo que han de hacer no es perfeccionar sus posibilidades de comunicación no verbal, sino hablar.» Y lo más rápido posible.

Los beneficios de la psicoterapia

Para conseguirlo, la terapeuta aboga por la interdisciplinariedad: una mezcla de psicoterapia orientada a la conducta y logopedia. Biegler-Vitek empieza por actuar durante una hora siguiendo unas normas que ella misma ha establecido con todo detalle. Para comenzar, explica a Mario: «Aquí hablarás y pediremos a mamá que se vaya». Si el paciente emite en la primera hora el primer sonido, la terapeuta lo considera un triunfo.

Con ello no se quiere indicar que el niño ya habla, ni siquiera que pronuncie las vocales. Pedirle que las diga ya es exigirle demasiado. En lugar de ello la terapeuta deja a Mario que resople. «Buufff». Esta acción supone la primera victoria. Pronto el niño sopla más fuerte y consigue con su soplido que se muevan objetos más pesados como bolitas de madera o de cristal. A continuación, pronuncia con fuerza una «p». Bufa tan fuerte que hace volar un trozo de algodón en rama que yace sobre la palma de su mano. Estos métodos de logoterapia ayudan a los niños a superar las barreras que impiden que las palabras salgan de su garganta.

Desde la tercera sesión, Mario habla con Biegler-Vitek, primera fase de una terapia que dura alrededor de medio año. Luego, se integra al individuo en un grupo. En esa fase debe participar de manera activa: representar personajes (como el de «alcalde»), intervenir en la sesión, solucionar problemas y, por iniciativa propia, hablar en voz alta. Todo ello supone un gran esfuerzo para estos niños. Al terminar de representar su papel, Mario aparece sudoroso, con las mejillas y las orejas rojas. Se requiere largo tiempo para superar el temor.

REFUERZO PERSONAL
Gracias a la psicoterapia, Mario ha ido aprendiendo, paso a paso, a hablar con personas con las que no tiene excesiva confianza.

Biegler-Vitek amplía el número de personas implicadas. Poco a poco va incluyendo más personas del entorno de Mario en las actividades terapéuticas. Cuidadosamente se pasa de hablar con la terapeuta a hablar con la terapeuta y otra persona. Es lo que denomina «instalar el lenguaje». Con quien haya hablado el niño una vez, también lo hará en el futuro. Por ejemplo, con la fotógrafa y conmigo. Lo conocimos en el grupo terapéutico en el que habla; por ello conversó con nosotras en el jardín de infancia. Ahora bien, lo hizo «a escondidas»; los demás no debían verlo.

Para las personas que presentan mutismo, el paso más difícil en el camino hacia la curación estriba en abrir la boca allí donde hasta entonces había permanecido cerrada. Al niño que rompe a hablar le aterra convertirse en centro de atención. La frase «ves como puedes hablar» nunca debe pronunciarse. Pronto, lo más tardar cuando empiece a ir a la escuela, la aventura se verá coronada con éxito.

Verena Ahne *es editora y periodista científica.*

Artículo publicado en *Mente y cerebro* n.º 38

Para saber más

Selektiver Mutismus bei Kindern: Erscheinungsbilder, Diagnostik, Therapie. N. Katz-Berstein. Ernst Reinhardt Verlag, Múnich, 2005.

Gesichter des Schweigens: Die Systemische Mutismus-Therapie/SYMUT als Therapiealternative. Dirigido por B. Hartmann. Schulz-Kirchner Verlag, Idstein, 2006.

Schlussfolgerungen für die Therapie des Mutismus aus der Sicht des Psychodrama. G. Biegler-Vitek. Studienarbeit an der Donau-Universität Krems, octubre de 2008.

Neurología de la tartamudez

Alrededor de uno de cada cien adultos no logra hablar con fluidez. Las áreas cerebrales que intervienen en el lenguaje oral se activan en las personas tartamudas según una secuencia, al parecer, equivocada

MARTIN SOMMER

EN SÍNTESIS

Mala conexión

1 La comunicación entre las áreas más importantes del lenguaje del hemisferio izquierdo se encuentra alterada en los adultos con tartamudez.

2 Es probable que ello modifique la secuencia de activación de las regiones cerebrales involucradas. Los centros motores no se activan con la rapidez suficiente en el momento decisivo.

3 Con frecuencia, las regiones del hemisferio derecho compensan el trastorno. No obstante, la estrategia fracasa, sobre todo en situaciones de estrés.

De los jefes de Estado se esperan siempre discursos llenos de pasión y elocuencia. Pero si un rey fracasa en esa pericia, la situación se agrava. Al menos así lo experimentó a comienzos del siglo XX el regente inglés Jorge VI, cuyo destino cautivó a millones de cinéfilos no hace tanto. En 2010, la película *El discurso del rey* expuso el tema de la tartamudez con gran sensibilidad, pues reflejó los sentimientos de una persona tartamuda: la pena y la frustración de hacer esperar al auditorio durante una eternidad o el enorme sufrimiento de los allegados. ¿Cómo puede ocurrir que un individuo inteligente fracase en una tarea que, en apariencia, no ofrece ningún problema? ¿No existe modo alguno de aprender a hablar con fluidez, aunque sea con una artimaña sencilla y eficaz?

Tras una ardua lucha, Jorge VI logró controlar su trastorno del habla. En el camino experimentó el mismo rechazo que muchos otros tartamudos menos renombrados: cerca del 5 por ciento de los niños empiezan a tartamudear, sin una causa externa aparente, entre los tres y los seis años. El trastorno prosigue en la vida adulta en el 1 por ciento de la población.

Durante largo tiempo han permanecido en la penumbra los motivos por los que los afectados realizan repeticiones y pausas y emiten sílabas y sonidos prolongados tan característicos. Las diferentes hipótesis han propiciado multitud de modalidades de tratamiento. Se sabe, no obstante, que la tartamudez no consiste en un trastorno del lenguaje. La persona sabe qué quiere decir, por lo que hay que dejarla hablar, aunque tarde más en articularlo. En ningún caso debe interrumpirse su discurso con consejos bienintencionados.

Investigación con gemelos

Solo en los últimos años, los neurocientíficos han descubierto por qué los individuos con tartamudez pierden de manera brusca el control de la articulación del habla.

Los estudios con gemelos han revelado que la herencia influye notablemente en el tartamudeo habitual, es decir, en el trastorno de la fluidez del habla que aparece durante la infancia sin ninguna causa reconocible. Susan Felsenfeld, por entonces en la Universidad de Duquesne en Pittsburgh, y sus colaboradores examinaron diversos estudios con gemelos. Este tipo de investigaciones analizan la probabilidad de que, si un miembro de la pareja tartamudea, el otro también lo haga. Los resultados mostraron una mayor probabilidad entre los hermanos univitelinos que entre los bivitelinos. En el supuesto de que los factores ambientales (como la educación o el estatus social) fueran los únicos influyentes en el tartamudeo, los porcentajes entre unos y otros hubiesen sido similares.

WIKIMEDIA COMMONS / LANCASHIRE COUNTY COUNCIL / CC BY 2.0

El equipo de Changsoo Kang, de los Institutos Nacionales de Salud en Bethesda, descubrió en 2010 varios genes relacionados con la tartamudez habitual. Sin embargo, todavía no se ha obtenido una confirmación independiente de sus hallazgos. Por otro lado, el ejemplo del rey Jorge VI demuestra que existen más influencias, aparte de las hereditarias. Según se sabe, no tenía antecedentes familiares ni descendencia con ese mismo problema.

Sigue sin conocerse el mecanismo por el que los factores hereditarios modifican el control de los instrumentos del habla y su desarrollo. Ya que los daños cerebrales graves (por ejemplo, después de un ictus) pueden ocasionar una tartamudez neurogénica, se ha buscado algún tipo de vulnerabilidad cerebral en los jóvenes y adultos tartamudos. Mediante técnicas de neuroimagen se han descrito alteraciones anatómicas sutiles entre probandos con tartamudeo habitual. Al parecer, presentan un problema en la sustancia blanca, las fibras nerviosas largas a través de las cuales las regiones cerebrales se intercambian señales.

Este descubrimiento se logró en fecha reciente a través de imágenes por tensor de difusión. El tomógrafo de resonancia magnética mide dónde y en qué dirección se desplazan las moléculas de agua por el cerebro. Las partículas se mueven, al igual que el agua que corre por una manguera de riego, preferentemente a lo largo de las vías nerviosas, por lo que puede obtenerse una medición de la intensidad de comunicación entre las regiones cerebrales. Al parecer, esta conexión se halla debilitada en los tartamudos. Sea por un número de fibras inferior, un aislamiento menor, una asociación laxa entre las fibras o porque concurre una combinación de estos u otros factores, los datos se transmiten de manera menos adecuada y fiable. Cinco grupos de investigación, entre ellos un equipo al que perteneció el autor del presente artículo en 2002, han descrito esta limitación en el cerebro de los adultos con tartamudez persistente, cuando el habla espontánea durante la infancia prosigue hasta la adultez.

A pesar de que los resultados varían ligeramente de un estudio otro, este trastorno se ha relacionado siempre con la región inferior del lóbulo frontal izquierdo. Seguramente no se trata de una coincidencia, pues en este lugar discurren las vías que entrelazan las áreas cerebrales esenciales para

BALBUCEO REAL

En la película *El discurso del rey* (2010), los espectadores contemplan las dificultades que sufría el príncipe Alberto, futuro rey Jorge VI de Inglaterra, para superar su trastorno del habla. Los nuevos hallazgos neurocientíficos podrían contribuir a mejorar el tratamiento futuro de la tartamudez.

el lenguaje. Además del área de Broca, necesaria para la planificación del habla, entre otras funciones, se alojan allí las cortezas premotora y motora (encargadas de la planificación y ejecución del movimiento, respectivamente) y la parte anterior de la ínsula, la cual interviene en la articulación del lenguaje. Es probable que se afecten otras vías destinadas a zonas del lóbulo parietal que procesan las palabras oídas.

Recepción distorsionada

La conclusión de los investigadores resulta plausible: como ocurre cuando una emisora de radio está mal sintonizada, lo que provoca que los altavoces crepiten, falla la recepción en las regiones del cerebro esenciales para el habla, sobre todo si se añaden otras alteraciones. Si se trata de la radio de un automóvil, estas pueden deberse a un túnel; en el caso de la persona tartamuda, a un estado de excitación o de estrés. Quien conoce a individuos con tartamudez está familiarizado con este fenómeno. Jorge VI, como se muestra en el filme, sufría sobre todo cuando debía hablar en público.

Al cantar, el balbuceo suele desaparecer, ya que el hemisferio derecho, mejor conectado, se encarga de procesar la información

Sin embargo, los sujetos que no tartamudean experimentan sensaciones parecidas. Una pieza de piano que se ha practicado a consciencia sale de maravilla en el comedor de casa, mas al interpretar la misma melodía en el conservatorio de música, brotan los errores. En general puede afirmarse que todas las funciones sensitivomotoras que entrañan gran complejidad, entre las cuales se cuenta el habla, empeoran bajo un estado de estrés.

La dependencia del tartamudeo de factores externos pone asimismo de relieve que, en condiciones normales, el cerebro no se encuentra indefenso frente al trastorno. Dispone de medios y recursos para anularlo. Estas estrategias cerebrales han empezado a conocerse mediante las técnicas de neuroimagen. Peter Fox, de la Universidad de Texas en San Antonio, y sus colaboradores descubrieron en 2005, a partir de una revisión de artículos, que el hemisferio izquierdo es el que más se activaba en las personas que hablan con fluidez. En cambio, en los adultos con tartamudeo, la actividad se reparte de una manera menos asimétrica o incluso se desplazaba hacia el hemisferio derecho. Es como si las áreas cerebrales del otro lado compensaran los problemas de comunicación que presenta el hemisferio izquierdo.

Esta teoría del cambio de lateralización cerebral beneficioso se ha visto reforzada por el estudio de algunos casos de ictus en los que se observó un fenómeno parecido. Otro argumento a favor, también observado en el caso de Jorge VI, es la facilidad con la que casi todos los tartamudos cantan.

De nuevo, las técnicas de imagen cerebral aportan una explicación. De la entonación melódica se ocupan principalmente ciertas regiones del hemisferio derecho. Cuando un tartamudo canta, puede dejar aparcadas sus alteraciones de comunicación del hemisferio izquierdo y controlar los instrumentos del habla a través de las regiones contiguas que procesan las melodías. Sin embargo, como también revela *El discurso del rey*, estas disociaciones simples no resultan demasiado útiles para la vida cotidiana de los afectados: un rey no puede pasarse todo el día cantando. Tampoco esta parece una salida muy airosa para los súbditos tartamudos.

Volvamos al hemisferio izquierdo y a las vías alteradas de comunicación. ¿Cómo se reflejan los problemas comunicativos de las regiones cerebrales durante el habla? Los científicos han buscado la respuesta sobre todo mediante la magnetoencefalografía (MEG). A grandes rasgos, esta técnica registra la actividad electromagnética del cerebro a partir de multitud de puntos de medición en la cabeza. La resolución temporal, del orden de milisegundos, es altísima, lo que la convierte en una técnica ideal para medir las alteraciones que presenta el patrón de actividad neuronal cuando el cerebro debe resolver una acción concreta. Dos estudios comprobaron los procesos que ocurren cuando se leen palabras en voz alta. Se descubrió que las regiones que intervienen en el habla se activaban en los tartamudos con una secuencia al parecer equivocada.

Peter Walla, de la Universidad de Viena, y sus colegas descubrieron en 2004 que el cerebro de probandos con habla fluida mostraba una actividad eléctrica en las regiones motoras poco antes de que se les presentara una palabra para su lectura. El cerebro parecía prepararse de antemano para llevar a cabo la tarea. No ocurrió lo mismo con los probandos tartamudos: su sistema de articulación no se ponía a trabajar con la rapidez que reclamaban las otras regiones cerebrales.

Riitta Salmelin, de la Universidad Técnica de Helsinki, y sus colaboradores pidieron en 2000 a una serie de probandos que leyeran algunas pala-

Problema arraigado

Cerca de un 5 por ciento de todos los niños comienzan a tartamudear sin una causa que lo justifique, y muchos de ellos dejan de hacerlo antes de alcanzar la pubertad. Por desgracia, hoy por hoy no puede predecirse quién logrará la recuperación espontánea. Los padres necesitan el asesoramiento de un logopeda si el tartamudeo dura más de medio año o si el niño sufre por ello y evita hablar.

bras en alto. A diferencia de Walla y su equipo, dejaron un espacio de tiempo entre la presentación y la práctica de la tarea encomendada. ¿Qué ocurrió durante ese intervalo en las regiones cerebrales? Cuando los participantes que hablaban con fluidez leían la palabra escrita, se activaba primero la corteza visual, seguida del lóbulo frontal izquierdo y, finalmente, de las áreas motoras. Una secuencia, por otro lado, lógica: el cerebro prepara, en el área de Broca, el código motor y luego las áreas motoras se encargan de ejecutarlo.

El cerebro de los probandos que tartamudeaban se comportó de forma distinta. En primer lugar se activaba la región motora; luego, el área de planificación. Al igual que el equipo de Walla, el grupo de Salmelin constató una secuencia de activación de la corteza motora que no se ajustaba al ejercicio que se había propuesto a los participantes. El motivo parecía similar en ambos casos: una alteración en el intercambio de señales entre las distintas regiones cerebrales.

Fuera de control

Por lo común, las regiones cerebrales se coordinan a través de un equilibrio fino entre las señales inhibidoras y estimuladoras. Si se altera el sistema, como ocurre en la tartamudez, pueden darse dos efectos: por un lado, si la inhibición es muy potente, una de las áreas frena a la otra; por otro, cuando la facilitación neuronal resulta muy débil, es decir, la descarga es insuficiente para que aparezca un potencial de acción, las señales nerviosas no se transmiten con la velocidad necesaria o llegan hasta zonas que no se hallan preparadas.

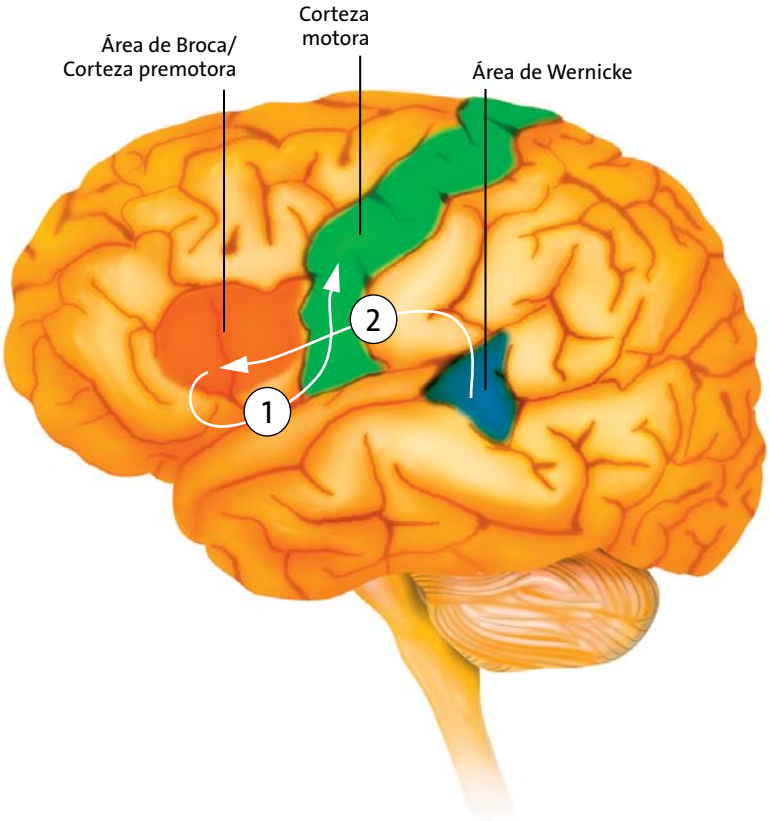
En ambos casos no se activan procesos importantes o, de hacerlo, acontecen con un retraso excesivo. Para averiguar cuál de los dos supuestos se corresponde con la realidad, durante estos últimos años hemos explorado a sujetos con tartamudez a partir de la estimulación magnética transcraneal (EMT). En un principio queríamos averiguar si la corteza motora derecha inhibía en exceso a la izquierda o si esta última no estimulaba suficientemente a la diestra.

La importancia que ejerce la inhibición recíproca de la corteza motora de ambos hemisferios se ilustra en el control de la mano. Si uno de los hemisferios no frenara al otro, la actividad se propagaría sin ningún obstáculo y se producirían movimientos especulares a cada instante. Las funciones especializadas de la mano (el uso de herramientas o el dominio de un instrumento musical, entre otros muchos) resultarían de otro modo imposibles. Cabe suponer que este mismo principio interviene en el control de los órganos responsables de la articulación del habla.

La magnitud de la inhibición interhemisférica puede medirse con fiabilidad a través de la estimulación magnética transcraneal. Mediante una bobina de hilo de cobre se genera sobre la cabeza del sujeto un campo magnético durante un período corto de tiempo, de manera que se induce, de forma segura y no invasiva, un flujo pasajero de corriente en el cerebro. Este origina, a su vez, potenciales de acción en las fibras nerviosas situadas por debajo, por lo que las neuronas descargan. De esta manera, los investigadores pueden influir directamente en cualquier procesamiento neuronal que les interese.

Si se sospecha que no se transmiten bien las señales motoras, se estimulan las áreas correspondientes del cerebro; a continuación se mide, en la superficie de la piel, la llegada de los impulsos nerviosos eléctricos a los músculos. Si se emplean dos bobinas y se activa primero un hemisferio y luego el otro, se obtiene una idea de la intensidad con la que un lado inhibe el opuesto.

Nuestro grupo investigó en 2009 las características inhibitorias de los hemisferios cerebra-



GEHIRN UND GEIST / MEGANIM

FLUJO NORMAL DE LAS PALABRAS
El área de Broca traduce las unidades fónicas que deben emitirse en un código motor y lo comunica a la corteza motora (*1*). Esta utiliza la información para controlar los órganos que articulan del habla. Al hablar se ejerce un autocontrol permanente a través de las áreas auditivas, como la de Wernicke (*2*). Según parece, esta cadena señalizadora se rompe en las personas tartamudas, puesto que las comunicaciones entre las regiones cerebrales correspondientes se encuentran más debilitadas.

Mezcla confusa de tratamientos

La situación terapéutica para los pacientes con tartamudez se antoja, en muchos casos, confusa e impredecible. Con frecuencia se dispone de una diversidad de estrategias que los terapeutas aplican en función de sus preferencias. Además, las vías de formación de los profesionales son poco sistemáticas, o incluso inexistentes, lo que ha favorecido la fragmentación del panorama terapéutico.

Las opciones varían desde la hipnosis hasta el uso de aparatos que reproducen con demora el mensaje del interlocutor a través de unos auriculares. Su eficacia ha sido discutida en bastantes ocasiones. Entre los métodos más extendidos se encuentran dos escuelas dominantes: la modelación de la fluidez y la de la disfluencia.

La primera se basa en conseguir que la persona cambie su forma de hablar a fin de eliminar el balbuceo. Durante las sesiones, algunas con la asistencia de un ordenador, se practican nuevos tipos de habla; los más antiguos son el habla ligada y el habla con el ritmo de un metrónomo. Los sujetos tartamudos ejercitan, entre otros, los inicios suaves de las palabras, para que las cuerdas vocales vibren lentamente. Una ventaja de estos métodos suele ser la rapidez con que desaparece el tartamudeo, en numerosos casos de forma casi definitiva. Un inconveniente para muchos afectados es que la nueva manera de hablar no les resulta natural: no pueden adaptar la tonalidad ni las expresiones emocionales al contenido del mensaje. Tras la euforia inicial, algunos se lamentan de haber sustituido un problema por otro. Se requiere mucha práctica para aplicar la técnica del habla aprendida en el día a día, de modo que se pueda recurrir a ella en cada momento.

En la terapia de modelación de la disfluencia se combaten de manera específica los episodios de tartamudeo a partir del control del afectado. Este tratamiento abarca de ordinario cuatro fases. Al principio, el sujeto aprende a identificar y a percibir qué ocurre cuando tartamudea. Luego se le enseña a modificar el tartamudeo dentro y fuera de la consulta. En las dos fases siguientes se ejercita la superación, con una tensión amortiguada, del tartamudeo y, finalmente, se procede a la integración en la vida cotidiana.

La supervisión de la eficacia terapéutica resulta, sin embargo, complicada. Si el paciente es un niño, al investigador le cuesta separar los efectos terapéuticos de los de la recuperación espontánea. En cambio, en los adultos resultan frecuentes las recaídas, por lo que se otorga preferencia a la satisfacción a largo plazo del afectado con el tratamiento.

Un grupo liderado por Harald Euler y Katrin Neumann, de la Universidad de Kassel y la Clínica Universitaria de Fráncfort, respectivamente, investigó este aspecto a través de una encuesta retrospectiva a los pacientes. Según los resultados, la técnica de la modelación de la disfluencia, así como la modelación de la fluidez, ocuparon los primeros puestos, a gran distancia de las demás terapias. No obstante, sería conveniente replicar en un futuro estos resultados a partir del acompañamiento de un grupo de pacientes durante el tratamiento.

Con independencia de los métodos terapéuticos elegidos, los grupos de autoayuda contribuyen a afianzar los éxitos conseguidos y a afrontar mejor las situaciones, a menudo sumamente frustrantes, de recaída.

CON TELÉFONO INTELIGENTE
Uno de los dispositivos electrónicos ideados para que los niños con tartamudez puedan ejercitarse incluso fuera de la consulta es Fluxxy. La aplicación (en alemán) puede descargarse gratis en la página del Instituto para la Terapia de la Tartamudez de Kassel.
www.kasseler-stottertherapie.de/fluxxy

CORTESÍA DEL INSTITUTO PARA LA TERAPIA DE LA TARTAMUDEZ DE KASSEL

Para saber más

Stottern. Erkenntnisse, Theorien, Behandlungsmethoden (2.ª edición). U. Natke. Hans Huber, Berna, 2005.

les de las personas tartamudas. La pista estaba equivocada: los dos hemisferios se comportaron exactamente igual que los de las personas que hablaban con fluidez. Tampoco se apreciaron indicios de una inhibición débil en exceso o, por el contrario, demasiado poderosa por parte de un hemisferio sobre el otro, al menos en la corteza motora primaria, objeto de la investigación.

Pensamos que las causas del trastorno del habla deben buscarse en la facilitación neuronal. Es posible que las vías de procesamiento en el cerebro de las personas tartamudas resulten menos eficaces porque, como se ha descrito antes, las estructuras cerebrales esenciales para el habla no experimentan la activación previa necesaria. En 2011 empezamos una investigación centrada en el equilibrio entre inhibición y facilitación. Una vez más recurrimos a la EMT.

Impulsos demasiado débiles

Colocamos una espátula en forma de cuchara y que llevaba electrodos en la boca de 12 personas con tartamudez y otras 14 no tartamudas. De esta manera registramos los impulsos nerviosos que el cerebro enviaba a la lengua de los probandos, en particular los que provocábamos nosotros con ayuda de la bobina magnética. El primer impulso debía activarlo un hemisferio, con lo que preparaba el campo para el segundo impulso. En condiciones normales, esta facilitación sináptica propiciaría la llegada de los impulsos a la musculatura lingual: la amplitud de los estímulos eléctricos allí medidos sería superior a la normal. Sin embargo, el efecto en los adultos tartamudos resultó insuficiente. Al parecer, la facilitación de las señales en estas personas se encontraba disminuida.

Este hallazgo nos confirmaba, por otro lado, que la tartamudez se diferencia de otros trastornos motores neurológicos, como la enfermedad de Parkinson, en los que se suele alterar la inhibición hemisférica contralateral mientras que la facilitación sináptica se preserva. Además, revela que, por lo que respecta a las aferencias que alcanzan la corteza motora, el equilibrio entre inhibición y facilitación se desplaza en contra de esta última.

Todo apunta a que los adultos tartamudos presentan alteraciones en la comunicación entre las regiones del hemisferio izquierdo que soportan el peso del habla. El hemisferio derecho trata de compensar esa modificación, incluso más de lo que se ha supuesto hasta la fecha, ya que algunas tareas fundamentales en la planificación del habla se desplazan en los tartamudos al lado diestro del cerebro. La causa del problema radica, posiblemente, en un trastorno de la facilitación sináptica en el hemisferio izquierdo. Sin embargo, todavía se desconoce si fue antes el huevo o la gallina: no sabemos si lo que asoma ante nuestros ojos es el origen de la tartamudez o solo sus repercusiones cerebrales.

Los interrogantes también se ciernen sobre las repercusiones de estos hallazgos en el tratamiento. ¿Habría que potenciar la función compensatoria del hemisferio derecho? ¿O más bien tratar de «reparar» las carencias del izquierdo? ¿Hasta qué edad del paciente podría actuarse? Los primeros datos del grupo de la logopeda de la Clínica Universitaria de Fráncfort Katrin Neumann, publicados en 2005, señalan que la terapia basada en una modelación de la fluidez reactiva áreas previamente dañadas del hemisferio izquierdo. Además, los estudios con probandos que presentaban dificultades para la lectura y escritura han puesto de manifiesto que esta terapia, aplicada durante varios meses, volvía a potenciar las comunicaciones nerviosas debilitadas.

La capacidad de adaptación del cerebro adulto es, pues, mucho mayor de lo que se suponía, por más que sea inferior a la de los adolescentes y niños, cuyo tartamudeo desaparece con frecuencia de manera espontánea. Con todo, apenas se conoce el mecanismo de las curaciones «naturales»; tampoco se dispone de ninguna explicación de los motivos por los que no todos los tartamudos vencen el problema. Es posible que los futuros estudios arrojen luz en este sentido. Cuanto más se aclaren los mecanismos por los que el cerebro de los adolescentes erradica el trastorno del habla, más posibilidades habrá de elaborar métodos curativos eficaces. La multitud de hallazgos acumulados en los últimos años sobre las deficiencias descubiertas en el cerebro de los adultos tartamudos constituirán, sin duda alguna, una buena base.

Martin Sommer *es jefe de sección del Servicio de Neurofisiología Clínica de la Universidad de Gotinga. Forma parte de la asociación de la tartamudez Bundesvereinigung Stotterer-Selbshilfe.*

Artículo publicado en *Mente y cerebro* n.º 66

Para saber más

Single word reading in developmental stutterers and fluent speakers. R. Salmelin et al. en *Brain*, vol. 123, págs. 1184-1202, 2000.

Disconnection of speech-relevant brain areas in persistent developmental stuttering. M. Sommer et al. en *Lancet*, vol. 360, págs. 380-383, 2002.

The lack of focused anticipation of verbal information in stutterers: A magnetoencephalographic study. P. Walla et al. en *NeuroImage*, vol. 22, págs. 1321-1327, 2004.

Stuttered and fluent speech production: An ale meta-analysis of functional neuroimaging studies. S. Brown et al. en *Human Brain Mapping*, vol. 25, págs. 105-117, 2005.

Mutations in the lysosomal enzyme-targeting pathway and persistent stuttering. C. Kang et al. en *New England Journal of Medicine*, vol. 362, págs. 677-685, 2010.

Comparative effects of stuttering therapies in retrospective client evaluations. H. Euler et al. 9th Oxford Dysfluency Conference, Oxford, 2 de septiembre, 2011.

Reduced intracortical inhibition and facilitation in the primary motor tongue representation of adults who stutter. N. E . Neef et al. en *Clinical Neurophysiology*, vol. 122, págs. 1802-1811, 2011.

En nuestro archivo

Tartamudez y logoterapia. K. Neumann en *MyC* n.º 13, 2006.

Neurobiología de la tartamudez. C. Escera y S. Corbera en *MyC* n.º 24, 2007.

Base neurológica de la dislexia

En el cerebro del disléxico se observan masas neuronales que señalan un desarrollo anómalo. Por culpa de esa anomalía, tal vez de origen genético, las zonas cerebrales de la lectura sufren una organización defectuosa

FRANCK RAMUS

EN SÍNTESIS

Un problema neurológico

1 Un cinco por ciento de la población sufre dislexia. Al parecer, este trastorno se debe a alteraciones en la actividad neuronal de ciertas áreas del cerebro.

2 Según se ha observado, estas personas presentan una actividad neuronal reducida en tres áreas del hemisferio izquierdo: el área occipital, la circunvolución frontal inferior y el área parietotemporal.

3 En humanos así como en animales los genes desempeñan una notable función en la dislexia.

Uno de cada cuatro niños sufre problemas de lectura: dificultades para descifrar los textos, lectura entrecortada, errores frecuentes, inversión de ciertas sílabas, etcétera. ¿Podemos hablar de dislexia en todos los casos? La dislexia designa los retrasos en la lectura que no son imputables ni a un retraso en la educación, ni a una deficiencia intelectual, ni a problemas de atención, ni a una mala integración en el sistema escolar.

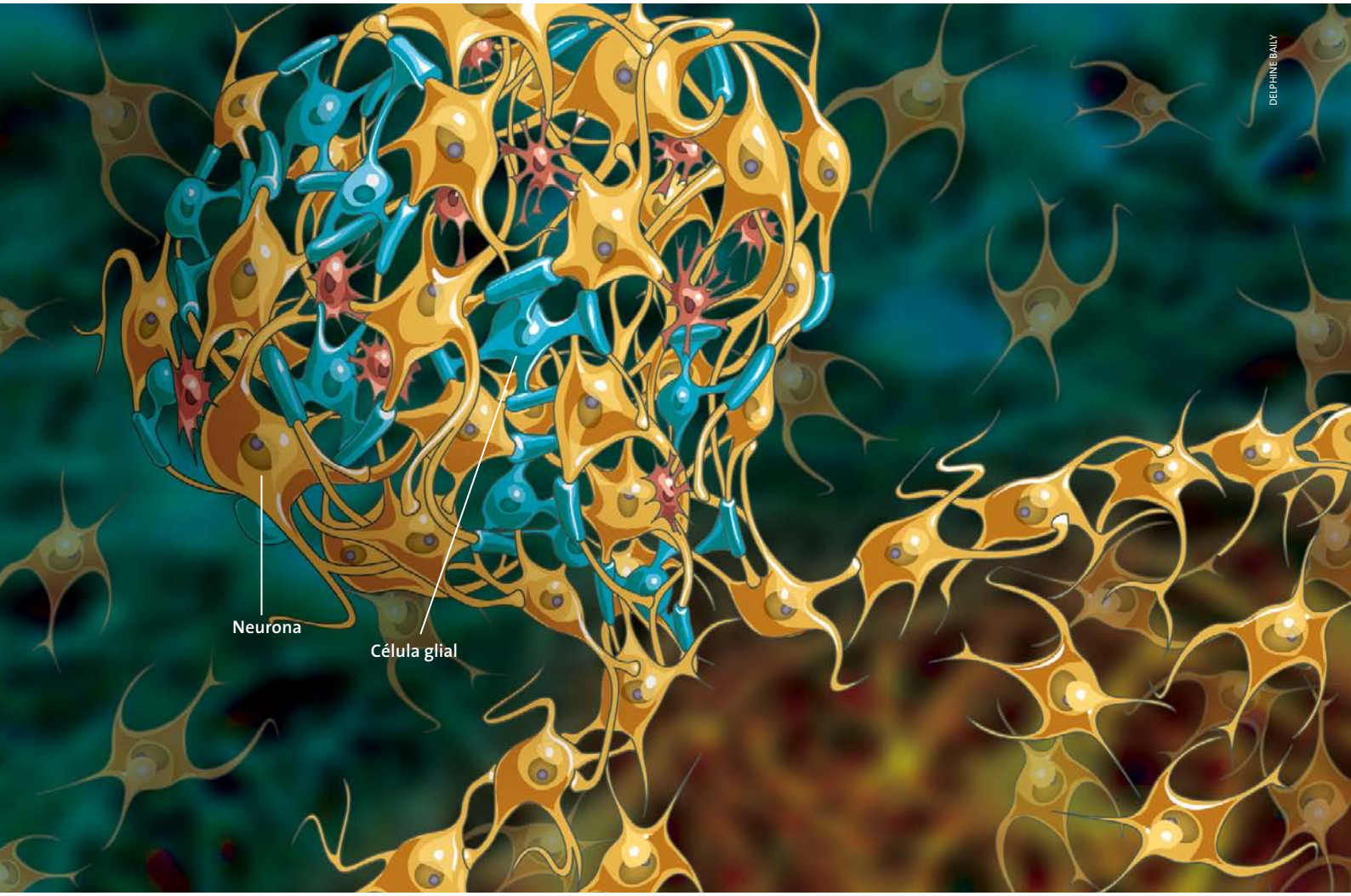
Con otras palabras, el disléxico sería un niño educado en condiciones adecuadas, escolarizado con normalidad, que no sufre retrasos mentales ni déficits de atención, si bien presenta un retraso en la lectura con respecto a sus compañeros. Tales niños representan alrededor del cinco por ciento de su grupo de edad, cifra que volvemos a encontrar en el conjunto de la población.

Pero si la causa no es ni educativa, ni sociológica, ni intelectual, ¿de qué tipo es? Los científicos se inclinan cada vez más hacia una hipótesis que denominan «de neurodesarrollo»: un problema en el desarrollo de ciertas regiones del cerebro, tal vez una pequeña «diferencia» genética, responsable de la progresiva instauración de este retardo en la facultad de leer.

En 1979, Albert Galaburda, de la Universidad Harvard, descubrió un fenómeno importante al examinar en el microscopio cerebros de pacientes disléxicos fallecidos. Observó unas manchitas en la corteza cerebral de los individuos: unas agregaciones de células gliales, células de sostén que cumplen una función nutricia. Halló también que estas células solían agruparse con una cincuentena o un centenar de neuronas apoyadas en ellas.

Una alteración neuronal

Según Galaburda, estas neuronas se habrían «desorientado»: en el curso del desarrollo fetal, en lugar de ir a ocupar el emplazamiento que les había asignado el programa genético de migra-



ción neuronal, habrían atravesado el estrato de la corteza cerebral donde hubieran debido detenerse y acabado por apelotonarse en la capa externa de la corteza. Esta hipótesis ha sido confirmada por numerosos trabajos en ratas y ratones que presentaban agregados similares, lo que autoriza a presumir una malformación neuronal en los disléxicos.

¿A qué podría deberse que estos agregados celulares implicasen dificultades para la lectura? Una explicación es que desorganizan de forma específica la estructura de la sustancia gris en ciertas regiones del cerebro que el niño necesita para aprender a leer. (El cerebro está compuesto por sustancia gris y sustancia blanca; la primera reagrupa los cuerpos celulares de las neuronas, la segunda sus prolongaciones, que están revestidas de mielina, que es blanca.)

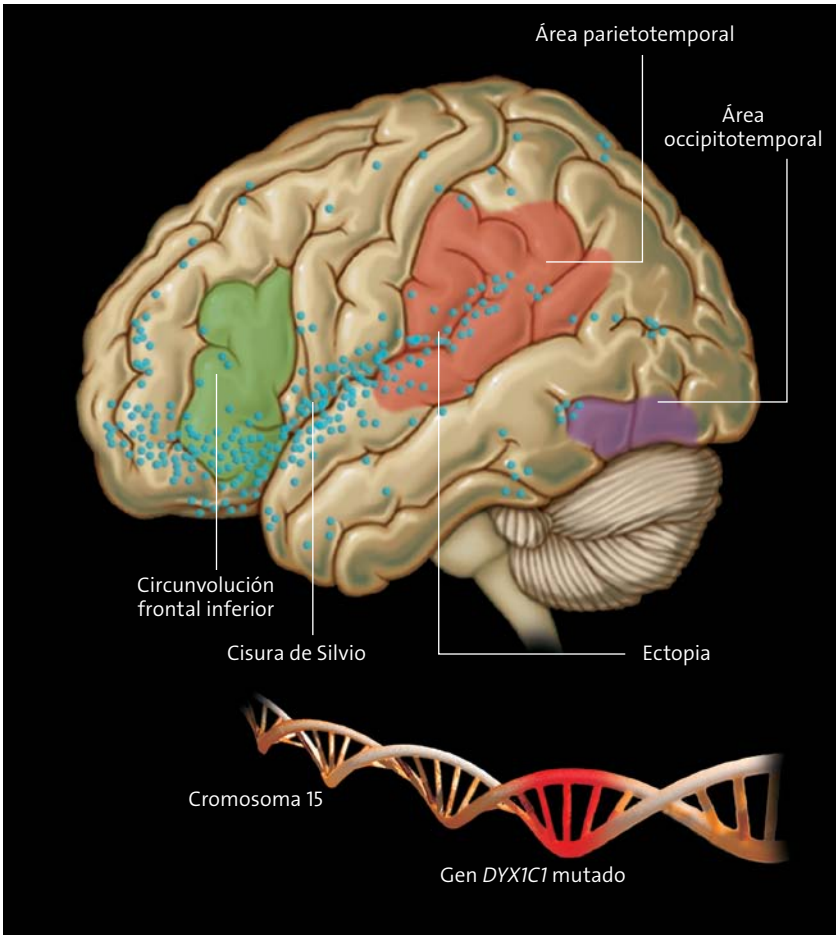
Numerosos equipos de investigadores —y entre ellos el de Eraldo Paulesu, de la Universidad de Milán— llevan una decena de años observando mediante un escáner la actividad cerebral de pacientes disléxicos. Se constata que en estas personas es muy débil la actividad cerebral en tres áreas del hemisferio izquierdo: el área occipital, la circunvolución frontal inferior y el área parietotemporal. Estas zonas forman parte de la «red de lectura», un vasto sistema cerebral que entra en servicio al descifrar un texto.

En el área parietotemporal, la circunvolución temporal superior es la sede de las representaciones fonológicas. Gracias a ella, el niño logra descomponer mentalmente la palabra *salón* en las sílabas *sa* y *lon*. Esta capacidad es esencial para aprender a leer: al ver la palabra *S.A.L.O.N* el niño va a leer la primera letra y a pronunciar interiormente el sonido (el fonema) que produce, después va a leer la *A*, y, de nuevo, a pronunciarla interiormente; a continuación realiza la fusión auditiva de estos dos sonidos. Se obtiene así la sílaba *sa*.

A fuerza de ver repetidamente una *S* seguida de una *A* en diversas palabras, y de vincular este

UNA ECTOPIA EN LA CORTEZA CEREBRAL

Se trata de un amasijo de células gliales (*azul*) y de neuronas (*naranja*) que no migraron correctamente en el curso del desarrollo embrionario, pues han trascendido la capa cortical, donde deberían haberse detenido. Estas estructuras, que desorganizan las conexiones en el interior de la corteza, podrían ser responsables de que ciertas regiones cerebrales, necesarias para leer, presenten una respuesta demasiado débil.



CERVEAU & PSYCHO

ACTIVIDAD REDUCIDA
En ciertas personas con dislexia se aprecian tres zonas cerebrales de reducida actividad; a saber, la circunvolución frontal inferior izquierda, así como en las áreas parietotemporal y occipitotemporal. Estas regioness tejen la red cerebral de la lectura. Se observan, asimismo, pequeñas agregaciones de neuronas en la capa superficial de la corteza (las ectopias) y, en algunos pacientes, una mutación en el cromosoma 15.

motivo visual con la representación fonológica del sonido *sa*, el niño aprende a leer la unidad grafológica *SA*. Por esta razón es tan importante esta zona cerebral de representaciones fonológicas: en la mayoría de los casos, los niños disléxicos presentan problemas de consciencia fonológica; tan excesiva debilidad de la activación cerebral constituye la causa orgánica.

En estos casos se encuentra alterada la actividad de la circunvolución frontal inferior izquierda. Esta zona comprende el área de Broca, que interviene cuando se articulan las palabras o cuando se las conserva en la memoria a corto plazo. Por último, la circunvolución fusiforme, situada en el área occipitotemporal izquierda, almacena las representaciones ortográficas. Esta circunvalación se activa cuando el niño percibe las palabras escritas.

Ya se están juntando las piezas del rompecabezas. Las ectopias, aquellos pequeños agregados de glía observados por Galaburda hace más de veinte años, reducirían la activación de ciertas zonas cerebrales, y más concretamente, de las áreas parietotemporal y circunvolución frontal inferior izquierdas. Ambas, en efecto, se encuentran repartidas en torno a la cisura de Silvio izquierda, que atraviesa esas zonas. La hipótesis más plausible es que las ectopias entrañan un subdesarrollo de la sustancia gris vecina; por otra parte, se han observado reducciones del volumen de la sustancia gris en estas zonas.

Las imágenes tomadas de la difusión han revelado, asimismo, que las zonas distribuidas en torno a la cisura de Silvio se encuentran menos conectadas al resto del cerebro. Según esto, las perturbaciones locales de la migración neuronal se traducirían, por una parte, en ectopias en la capa superficial de la corteza, y, por otra, por una inferior densidad de sustancia gris y, finalmente, en una menor conectividad de la sustancia blanca.

Las consecuencias cognitivas de cada uno de estos síntomas permanecen todavía en el campo de la especulación. En cualquier caso, si este supuesto se confirmase, quedaría una cuestión pendiente: ¿a qué se debe la anomalía en la migración neuronal? Como vamos a ver, la hipótesis genética es interesante.

¿Una enfermedad genética?

Desde hace una veintena de años, se viene investigando la componente genética de la dislexia. John DeFries, de la Universidad de Colorado, estudiando gemelos idénticos (que cada uno tiene exactamente el mismo patrimonio genético que su hermano), ha comprobado que, cuando uno de los hermanos es disléxico, existe una probabilidad del 70 por ciento de que también lo sea el otro. En el caso de los gemelos no idénticos, cuyo patrimonio genético no guarda mayor parecido que el de dos hermanos cualesquiera, tal probabilidad es solo del 45 por ciento. De ello se desprende que los genes desempeñan un papel en la aparición de la dislexia; posiblemente, participan en la manifestación de ectopias. Según parece, la componente genética de la dislexia se eleva en torno al 60 por ciento, debiéndose el restante 40 por ciento a factores ambientales.

Una quincena de equipos de investigación han identificado seis regiones cromosómicas que, al parecer, participan en el desarrollo de la dislexia; en 2003, Mikko Taipale y su equipo, de la Universidad de Helsinki, identificaron un gen en el interior de una de esas regiones que parece desempeñar un papel importante, al menos en el

Ratas disléxicas

En 1999**, Albert Galaburda consiguió ectopias quirúrgicas en ratas de laboratorio** practicando microincisiones en la primera capa de la corteza cerebral, de suerte que las neuronas migraran hacia zonas donde no deberían establecerse. Aparecieron agregados característicos. Galaburda comprobó que, en el cerebro de las ratas, el cuerpo articulado medial izquierdo, una zona del tálamo, contenía un número anormalmente escaso de magnocélulas. En condiciones normales, tales células sirven para percibir sonidos de corta duración (por ejemplo, para distinguir una *d* de una *t*). En los sonidos *da* y *ta*, la diferencia auditiva se manifiesta solo durante unos 50 milisegundos, pero las magnocélulas del tálamo perciben esta diferencia. Se ha sostenido que ahí se encuentra la causa primaria de los defectos de lectura de los disléxicos. Pero otros datos obtenidos en estos roedores sugieren lo contrario: las ectopias implicarían en primer lugar una reducción de actividad en las zonas corticales de la lectura; los defectos del tálamo no serían más que efectos secundarios de estas perturbaciones.

seno de dos familias finlandesas que presentaban casos de dislexia. Se trata del gen *DYX1C1*, ubicado en el cromosoma 15. Este gen cumple, al parecer, una función determinante en la migración de las neuronas hacia las diferentes capas de la corteza cerebral del feto en desarrollo.

Al transferir a ratones de laboratorio la versión del gen encontrada en las familias finlandesas de disléxicos, el grupo de Galaburda observó que la migración neuronal en la corteza cerebral no se realizaba correctamente en estos ratones; en ocasiones se apreciaban ectopias. Sin embargo, a pesar del importante papel concedido al gen *DYX1C1*, sus mutaciones solo aparecían en una porción de los disléxicos: en los demás casos intervenían quizás otros genes. Cabe esperar que todo un mosaico de genes coadyuve en la perturbación de la migración de las neuronas en los disléxicos.

La lista se va ampliando poco a poco: ya se han descubierto al menos tres nuevos genes, que también participan en la migración neuronal.

Es poco probable, por esta razón, que se llegue algún día a lograr una estrategia de rastreo genético de la dislexia. Todavía menos, una terapia génica. El beneficio que se puede esperar de las investigaciones en el campo de la genética resulta ser, paradójicamente, de orden educativo. El día en que se admita la noción de enfermedad neuromorfológica de origen parcialmente genético, será de esperar un cambio de actitud en la comunidad docente, la primera que ha de habérselas con la dislexia.

Detección en el aula

Son muchos los docentes a quienes les cuesta todavía hablar de dislexia cuando un alumno presenta dificultades de lectura. Sin embargo, ciertas medidas sencillas serían de una gran ayuda para su reeducación: cuando se detecta a un niño que presenta dificultades de lectura, se le podría enviar a un médico o a un psicólogo escolar, para que el problema, en caso necesario, fuera identificado y objeto de tratamiento. La primera situación que debería alertar al docente es la de retrasos en el lenguaje hablado, que son, con frecuencia, indicadores de dificultades posteriores con el lenguaje escrito.

En ausencia de pruebas sintomáticas en el habla, prestaremos atención a lo que ocurre en preescolar; en todos los casos, los padres pueden también verificar la consciencia fonológica de sus niños mediante rimas: un niño que no logre distinguir entre las tres palabras *mantón*, *balón* y *salmón* pudiera correr el riesgo de sufrir un déficit de consciencia fonológica.

Para que resulte posible tal cambio de actitud, se ha de reconocer el carácter patológico de la dislexia, en estricto sentido médico. Por esta razón, la investigación de sus causas cerebrales, y posiblemente genéticas, ha de ser considerado un objetivo beneficioso para todos, y no estigmatizado como una «iniciativa de medicalización de un problema pedagógico». El conocimiento de una patología es el primer paso para ocuparse de ella.

Franck Ramus *es encargado de investigaciones en el Laboratorio de Ciencias Cognitivas y Psicolingüística EHESS/CNRS en París.*

Artículo publicado en *Mente y cerebro* n.º 19

Para saber más

Dyslexie: Le cerveau singulier. M. Habib. Solal, 1997.

Lecture et dyslexie. L. Sprenger-Charolles y P. Colé. Dunod, 2003.

Kit de formation aux troubles spécifiques des apprentissages. C. Billard y M. Touzin. Signes Editions, 2004.

Les troubles de l'apprentissage de la lecture. Observatorio Nacional de la Lectura, MENESR, 2005.

CATÁLOGO DE PRODUCTOS

INVESTIGACIÓN Y CIENCIA

Ejemplares atrasados de *Investigación y Ciencia*: 6,90€

Para efectuar tu pedido:

Teléfono: (34) 934 143 344

A través de nuestra Web:

www.investigacionyciencia.es

PROMOCIONES

5 EJEMPLARES AL PRECIO DE 4

Ahorra un 20 %

5 ejemplares de *MENTE Y CEREBRO*
o 5 ejemplares de *TEMAS*
por el precio de 4 = 27,60€

SELECCIONES TEMAS

Ahorra más del 25 %

Ponemos a tu disposición grupos de 3 títulos de *TEMAS* seleccionados por materias.

3 ejemplares = 15,00 €

1. ASTRONOMÍA
Planetas, Estrellas y galaxias, Presente y futuro del cosmos
2. BIOLOGÍA
Nueva genética, Virus y bacterias, Los recursos de las plantas
3. COMPUTACION
Máquinas de cómputo, Semiconductores y superconductores, La información
4. FÍSICA
Núcleos atómicos y radiactividad, Fenómenos cuánticos, Fronteras de la física
5. CIENCIAS DE LA TIERRA
Volcanes, La superficie terrestre, Riesgos naturales
6. GRANDES CIENTÍFICOS
Einstein, Newton, Darwin
7. MEDICINA
El corazón, Epidemias, Defensas del organismo
8. MEDIOAMBIENTE
Cambio climático, Biodiversidad, El clima
9. NEUROCIENCIAS
Inteligencia viva, Desarrollo del cerebro, desarrollo de la mente, El cerebro, hoy
11. LUZ Y TÉCNICA
La ciencia de la luz, A través del microscopio, Física y aplicaciones del láser
12. ENERGÍA
Energía y sostenibilidad, El futuro de la energía (I), El futuro de la energía (II)

BIBLIOTECA SCIENTIFIC AMERICAN (BSA)

Ahorra más del 60 %

Los 7 títulos indicados de esta colección por 75 €

- Tamaño y vida
- Partículas subatómicas
- Construcción del universo
- La diversidad humana
- El sistema solar
- Matemáticas y formas óptimas
- La célula viva (2 tomos)

Las ofertas son válidas hasta agotar existencias.

TAPAS DE ENCUADERNACIÓN

DE *INVESTIGACIÓN Y CIENCIA*
ANUAL (2 tomos) = 12,00 €
más gastos de envío = 5,00 €

Si las tapas solicitadas, de años anteriores, se encontrasen agotadas remitiríamos, en su lugar, otras sin la impresión del año.

BIBLIOTECA SCIENTIFIC AMERICAN

Edición en rústica

N.º ISBN	TITULO	P.V.P.
012-3	El sistema solar	12 €
016-6	Tamaño y vida	14 €
025-5	La célula viva	32 €
038-7	Matemática y formas óptimas	21 €

Edición en tela

N.º ISBN	TITULO	P.V.P.
004-2	La diversidad humana	24 €
013-1	El sistema solar	24 €
015-8	Partículas subatómicas	24 €
017-4	Tamaño y vida	24 €
027-1	La célula viva (2 tomos)	48 €
031-X	Construcción del universo	24 €
039-5	Matemática y formas óptimas	24 €
046-8	Planeta azul, planeta verde	24 €
054-9	El legado de Einstein	24 €

GASTOS DE ENVÍO

(Añadir al importe del pedido)

	España	Otros países
1er ejemplar	2,00 €	4,00 €
Por cada ejemplar adicional	1,00 €	2,00 €

CATÁLOGO DE PRODUCTOS

MENTE y CEREBRO

Precio por ejemplar: 6,90 €

MyC 1: Conciencia y libre albedrío
MyC 2: Inteligencia y creatividad
MyC 3: Placer y amor
MyC 4: Esquizofrenia
MyC 5: Pensamiento y lenguaje
MyC 6: Origen del dolor
MyC 7: Varón o mujer: cuestión de simetría
MyC 8: Paradoja del samaritano
MyC 9: Niños hiperactivos
MyC 10: El efecto placebo
MyC 11: Creatividad
MyC 12: Neurología de la religión
MyC 13: Emociones musicales
MyC 14: Memoria autobiográfica
MyC 15: Aprendizaje con medios virtuales
MyC 16: Inteligencia emocional
MyC 17: Cuidados paliativos
MyC 18: Freud
MyC 19: Lenguaje corporal
MyC 20: Aprender a hablar
MyC 21: Pubertad
MyC 22: Las raíces de la violencia
MyC 23: El descubrimiento del otro
MyC 24: Psicología e inmigración
MyC 25: Pensamiento mágico
MyC 26: El cerebro adolescente
MyC 27: Psicograma del terror
MyC 28: Sibaritismo inteligente
MyC 29: Cerebro senescente
MyC 30: Toma de decisiones
MyC 31: Psicología de la gestación
MyC 32: Neuroética
MyC 33: Inapetencia sexual
MyC 34: Las emociones *
MyC 35: La verdad sobre la mentira
MyC 36: Psicología de la risa
MyC 37: Alucinaciones
MyC 38: Neuroeconomía
MyC 39: Psicología del éxito
MyC 40: El poder de la cultura
MyC 41: Dormir para aprender
MyC 42: Marcapasos cerebrales
MyC 43: Deconstrucción de la memoria *
MyC 44: Luces y sombras de la neurodidáctica
MyC 45: Biología de la religión
MyC 46: ¡A jugar!
MyC 47: Neurobiología de la lectura
MyC 48: Redes sociales
MyC 49: Presiones extremas
MyC 50: Trabajo y felicidad
MyC 51: La percepción del tiempo
MyC 52: Claves de la motivación
MyC 53: Neuropsicología urbana
MyC 54: Naturaleza y psique
MyC 55: Neuropsicología del yo
MyC 56: Psiquiatría personalizada
MyC 57: Psicobiología de la obesidad
MyC 58: El poder del bebé
MyC 59: Las huellas del estrés
MyC 60: Evolución del pensamiento
MyC 61: TDAH
MyC 62: El legado de Freud
MyC 63: ¿Qué determina la inteligencia?
MyC 64: Superstición
MyC 65: Competición por el cerebro
MyC 66: Estudiar mejor
MyC 67: Hombre y mujer
MyC 68: La hipnosis clínica
MyC 69: Cartografía cerebral
MyC 70: Pensamiento creativo
MyC 71: El cerebro bilingüe
MyC 72: Musicoterapia

(*) Disponible solo en formato digital

TEMAS de INVESTIGACIÓN Y CIENCIA

Precio por ejemplar: 6,90 €

T-1: Grandes matemáticos *
T-2: El mundo de los insectos *
T-3: Construcción de un ser vivo *
T-4: Máquinas de cómputo
T-5: El lenguaje humano *
T-6: La ciencia de la luz
T-7: La vida de las estrellas
T-8: Volcanes
T-9: Núcleos atómicos y radiactividad
T-10: Misterios de la física cuántica *
T-11: Biología del envejecimiento *
T-12: La atmósfera
T-13: Presente y futuro de los transportes
T-14: Los recursos de las plantas
T-15: Sistemas solares
T-16: Calor y movimiento
T-17: Inteligencia viva
T-18: Epidemias
T-19: Los orígenes de la humanidad *
T-20: La superficie terrestre
T-21: Acústica musical
T-22: Trastornos mentales
T-23: Ideas del infinito
T-24: Agua
T-25: Las defensas del organismo
T-26: El clima
T-27: El color
T-28: La consciencia *
T-29: A través del microscopio
T-30: Dinosaurios
T-31: Fenómenos cuánticos
T-32: La conducta de los primates
T-33: Presente y futuro del cosmos
T-34: Semiconductores y superconductores
T-35: Biodiversidad
T-36: La información
T-37: Civilizaciones antiguas
T-38: Nueva genética
T-39: Los cinco sentidos
T-40: Einstein
T-41: Ciencia medieval
T-42: El corazón
T-43: Fronteras de la física
T-44: Evolución humana
T-45: Cambio climático
T-46: Memoria y aprendizaje
T-47: Estrellas y galaxias
T-48: Virus y bacterias
T-49: Desarrollo del cerebro, desarrollo de la mente
T-50: Newton
T-51: El tiempo *
T-52: El origen de la vida *
T-53: Planetas
T-54: Darwin
T-55: Riesgos naturales
T-56: Instinto sexual
T-57: El cerebro, hoy
T-58: Galileo y su legado
T-59: ¿Qué es un gen?
T-60: Física y aplicaciones del láser
T-61: Conservación de la biodiversidad
T-62: Alzheimer
T-63: Universo cuántico *
T-64: Lavoisier, la revolución química
T-65: Biología marina
T-66: La dieta humana: biología y cultura
T-67: Energía y sostenibilidad
T-68: La ciencia después de Alan Turing
T-69: La ciencia de la longevidad
T-70: Orígenes de la mente humana
T-71: Retos de la agricultura
T-72: Origen y evolución del universo
T-73: El sida
T-74: Taller y laboratorio
T-75: El futuro de la energía (I)
T-76: El futuro de la energía (II)
T-77: El universo matemágico de Martin Gardner
T-78: Inteligencia animal
T-79: Comprender el cáncer
T-80: Grandes ideas de la física

(*) Disponible solo en formato digital

Cuadernos MENTE y CEREBRO

Precio por ejemplar: 6,90 €

Cuadernos 1: El cerebro
Cuadernos 2: Emociones
Cuadernos 3: Ilusiones
Cuadernos 4: Las neuronas
Cuadernos 5: Personalidad, desarrollo y conducta social
Cuadernos 6: El mundo de los sentidos
Cuadernos 7: El sueño
Cuadernos 8: Neuroglía
Cuadernos 9: La memoria
Cuadernos 10: Adicciones
Cuadernos 11: Lenguaje y comunicación

Accede a la HEMEROTECA DIGITAL

DE TODAS NUESTRAS PUBLICACIONES

Suscríbete y accede a todos los artículos

PAPEL
Elige la modalidad mixta y recibirás también las revistas impresas correspondientes al período de suscripción

ARCHIVO
Encuentra toda la información sobre el desarrollo de la ciencia y la tecnología durante los últimos 25 años

DIGITAL
Accede desde cualquier ordenador o tableta al PDF de más de 8000 artículos elaborados por expertos

www.investigacionyciencia.es

Prensa Científica, S.A.